TÜBİTAK

Bilim ve Teknik

Aylık Popüler Bilim Dergisi Nisan 2023 Yıl 56 Sayı 665 - 11 TL



OTİZM FARKINDALIĞI

Metabolik Sendrom

Evren Bir Hologram mı?

Antarktika Bilim Seferi

Anadolu'nun Buzul Gölleri

Bilim ve Teknik Nisan 2023 Yıl 56 Sayı 665 Otizm Farkındalığı



“Benim mânevi mirasım ilim ve akıldır.”
Mustafa Kemal Atatürk

Bilim ve Teknik
Aylık Popüler Bilim Dergisi
Yıl 56 Sayı 665
Nisan 2023

İmtiyaz Sahibi
TÜBİTAK Adına Başkan
Prof. Dr. Hasan Mandal

Genel Yayın Yönetmeni ve Sorumlu Yazı İşleri Müdürü
Doç. Dr. Rukiye Dilli

Yayın Yönetmeni - Editör
Dr. Özlem Kılıç Ekici

Araştırma ve Yazı Grubu
Dr. Özlem Ak
Dr. Tuncay Baydemir
Dr. Bülent Gözcelioğlu
Dr. Mahir E. Ocak
İlay Çelik Sezer

Redaksiyon
Dr. Nurulhude Baykal

Grafik Tasarım-Web
Hüseyin Diker
Ayşe Dilara Cumhur

Mobil Uygulama
Selim Özden

Mali ve İdari Hizmetler
M. Furkan Aktaş

İletişim Bilgileri
TÜBİTAK *Bilim ve Teknik* Dergisi
Bilim ve Toplum Başkanlığı
Remzi Oğuz Arık Mah.
Tunus Cad. No:80
06540 Çankaya ANKARA
bteknik@tubitak.gov.tr
bilimteknik.tubitak.gov.tr

Abone İlişkileri
abone@tubitak.gov.tr
yayinlar.tubitak.gov.tr

Baskı
Başak Matbaacılık Tanıtım
Hizmetleri İth. İhr. A.Ş.
basakmatbaa.com

Baskı Tarihi 22.03.2023

Dağıtım Turkuvaz Dağıtım Pazarlama A.Ş.
tdp.com.tr

Bilim ve Teknik Dergisi, Milli Eğitim Bakanlığı
[Tebliğler Dergisi, 30.11.1970, sayfa 407B, karar no: 10247]
tarafından lise ve dengi okullara; Genelkurmay Başkanlığı
[7 Şubat 1979, HRK: 4013-22-79 Eğt. Krs. Ş. sayı Nşr.83]
tarafından Silahlı Kuvvetler personeline tavsiye edilmiştir.

ISSN 977-1300-3380
Fiyatı 11 TL

Her ayın 1'inde çıkar.



“Küçük hanımlar, küçük beyler! Sizler hepiniz geleceğin bir gülü, yıldızı ve ikbal ışığısınız. Memleketi asıl ışığa boğacak olan sizlersiniz. Kendinizin ne kadar önemli ve değerli olduğunu düşünerek ona göre çalışınız. Sizlerden çok şey bekliyoruz.” Mustafa Kemal Atatürk

Ülkemizin geleceğinin teminatı olan bütün çocuklarımızın ve her yaşta çocuk kalmayı başarabilen tüm okurlarımızın “23 Nisan Ulusal Egemenlik ve Çocuk Bayramı”nı en içten dileklerimizle kutluyoruz.

Nisan ayı “Otizm Farkındalık Ayı”. Otizmin tanımının ilk defa yapılmasının üzerinden tam 80 yıl geçti ama hâlâ otizm hakkında anlaşılamayan ve bilinmeyen o kadar çok şey var ki… Tüm dünyada çok sayıda insanı etkileyen otizm konusundaki farkındalığın artması, hem toplumun bu bireylerin özelliklerini tanıyarak onları daha iyi anlamasına yardımcı olmada hem de daha çok insanın bu nörogelişimsel bozukluk yelpazesi konusunda bilinçli davranarak erken teşhis ve özel eğitim imkânlarından vakitlice yararlanmasına katkı sağlar. Bu sayımızda otizm ile ilgili son yıllarda dergimizde yayımlanan içeriklerden bazı güncel ve önemli bilgileri “Otizm Farkındalığı” başlıklı yazımızda derleyerek sizler için bir araya getirdik.

İlay Çelik Sezer, insan sağlığına yönelik küresel bir tehlike olan metabolik sendrom konusunu detaylıca ele alıyor. Mahir Ocak, “Evren Bir Hologram mı?” başlıklı yazısında, “Gözlemlediğimiz dört boyutlu uzayzaman daha düşük boyutlu bir gerçeklikten kaynaklanıyor olabilir mi?” sorusuna yanıt arıyor. Ayrıca, bir diğer yazısında da mekanik kuvvetlerin biyolojik süreçlerdeki rolünden bahsediyor.

“Yedinci Ulusal Antarktika Bilim Seferi” ile “Anadolu’nun Buzul Gölleri” başlıklı yazılarımızı, ayrıca, farklı ilgi alanlarına hitap eden Bilim Haberleri, Bilim Çizgi, Tekno-Yaşam, Merak Ettikleriniz, Bilim Tarihinden Notlar, Doğa, Gökyüzü, Düşünme Kulesi, Satranç, Ayın Matematik Sorusu, Zekâ Oyunları ve Yayın Dünyası başlıklı köşelerimizdeki içerikleri de beğenerek okuyacağınızı umuyoruz.

Dergimizin daha düşük fiyata ve ücretsiz kargoyla sizlere ulaşacağı abonelik fırsatından faydalanmak ayrıca hem yeni hem de eski sayılarımızı satın almak için yayinlar.tubitak.gov.tr adresini ziyaret edebilir; “TÜBİTAK Yayınlar” mobil uygulamasını da indirebilirsiniz. Dergimizin internet sayfasını (bilimteknik.tubitak.gov.tr) ve sosyal medya hesaplarını da takip edebilir, hayatınızdaki yerini ve size neler kattığını bizlerle paylaşabilirsiniz (bteknik@tubitak.gov.tr).

Nesiller büyüten dergimizin bu sayısını da ilgiyle okumanızı diliyor, sonraki sayılarımızı sabırsızlıkla bekleyeceğinizi umuyoruz.

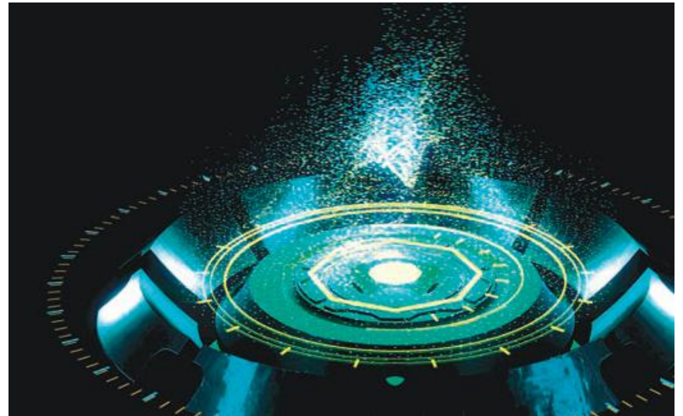
Sağlıcakla ve bilimle kalın… Unutmayın #bilimokuyanbilir!

Saygılarımızla,
Özlem Kılıç Ekici

İçindekiler







Seferde yer bilimlerinden yaşam bilimlerine, fiziki bilimlerden sosyal ve beşerî bilimlere kadar birçok alanda 18 proje yürütüldü. Sefer boyunca ekip, küresel iklim değişikliği başta olmak üzere birçok araştırma konusunda çeşitli veriler topladı. Kıtadan alınan buz, su, kar, kayaç, yosun ve liken gibi çok sayıda bilimsel örnek incelenmek üzere ülkemizdeki araştırma laboratuvarlarına getirildi.



Alexey_Seafarer / iStock

Bundan yaklaşık 23.000 yıl önce Doğu Karadeniz Dağları'nın ya da Toros Dağları'nın yüksek zirvelerine çıkmış olsaydık vadiler içerisinde akan nehirlerin yerine buzullar ile kaplı alanlar bizi karşılayacaktı. Bugün dağ kuşaklarının zirvelerindeki vadilerin önemli bir bölümünde uzun zaman önce yok olan buzulların bıraktığı izler hâlâ tazeliğini koruyor.

Bir dokunun zamanla nasıl gelişeceği sadece genetik etkenler tarafından değil, aynı zamanda fiziksel etkenler ve mekanik kuvvetler tarafından da belirlenir.

Düzeltme:
Mart 2023 (664. sayı)

• Haberler köşesinde, 16 sayfada yer alan "50 Bin Yıl Sonraki İlk Buluşma" başlıklı bilim haberindeki ilk cümlede geçen bilginin doğru ifade edilişi, "C/2022 E3 (ZTF) Kuyruklu Yıldızı, 1 Şubat 2023 tarihinde Dünya'nın yaklaşık 42 milyon km uzağından geçti. Herhangi bir tehlike arz etmeyen bu uzaklık, Dünya ve Ay arasındaki mesafenin yaklaşık 110 katı." şeklinde olacaktır.

• Aynı sayının 6. ve 13. sayfalarında yer alan "Yüzyılın En Yıkıcı Karasal "İkili" Depremleri… 6 Şubat 2023 Depremleri" başlıklı yazıda depremlerden etkilenen illerin sayısı 10 olarak ifade edilmiştir. Ancak, ilgili yazı baskı için matbaaya gönderildikten sonra Elâzığ ili ve Sivas'ın Gürün ilçesi de depremden etkilenen illere ve deprem afet bölgesine dâhil edilmiştir.

Dergimize "Bilim ve Teknik ile Büyüdüm!", "Düşünme Kulesi" ve "Ayın Sorusu" köşeleri ile ilgili içerik gönderen okurlarımız, "Kişisel Verileri Koruma Kanunu" kapsamında, paylaştıkları verilerin ve bilgilerin dergimiz tarafından yayınlanmasına açık rıza göstermiş sayılacaktır.

Dergimizin elektronik dergi arşivi "services.tubitak.gov.tr/edergi" internet adresinde (son dört sayı hariç) ücretsiz olarak herkesin erişimine açıktır. Son dört aya ait sayılara ise sadece abonelerimiz erişim sağlayabilir.

 Bilim ve Teknik

 tubitakbiltek

 tubitakbilimteknik



TÜBİTAK Bilim ve Teknik

Dergimizin içeriğinden seçerek hazırladığımız bilimsel ve teknolojik bilgileri *Bilim ve Teknik* dergisinin sosyal medya hesapları aracılığıyla takip edebilirsiniz.

Bilim ve Teknik *ile* *Büyüdüm*

Dr. Özlem Ak [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*



Okurlarımızın *Bilim ve Teknik* dergisinin hayatlarındaki yerini, onlara neler kattığını, geleceklerine yön verirken nasıl bir rol oynadığını bizimle paylaştıkları mektuplarını yayımlamaya devam ediyoruz. *Bilim ve Teknik* ile ilgili anılarını, duygu ve düşüncelerini bizimle paylaşan okurlarımıza çok teşekkür ediyor, "*Bilim ve Teknik* bilimi sevmemde ve kariyerimi seçmemde rol oynadı" diyen okurlarımız için adresimizi hatırlatıyoruz:

bteknik@tubitak.gov.tr

Sevgili okurlarımız, yoğun ilginizden dolayı çok teşekkür ederiz. Gönderdiğiniz anlamlı mektupların hepsini yayımlayacağız. Ancak köşemizin sayfa sayısı sınırlı olduğu için geliş tarihlerine göre sıralayarak yayımlıyoruz. Anlayışınız için teşekkür ederiz.

"Öğrenme Yolculuğumun Önemli Meşalesi *Bilim ve Teknik* Dergisi"


Merhaba,

Bilim ve Teknik dergisi ile ilk kez 1982 yılında, lise öğrencisiyken, okulumun yakınındaki kitapçıda gördüğümde tanıştım. Bu tanışma aynı zamanda benim bilimsel gelişmelerle de tanışmamı sağladı. Bu tanışıklık eğitim hayatımı ve sonrasındaki öğretmenlik hayatımı olumlu etkiledi. Biyoloji bölümü okumamda da önemli katkısı olan dergilerimi ilk öğretmenlik görev yerim olan Trabzon'a kitaplarımla beraber taşıdım. Köy öğretmenliği yaparken öğrencilerimi etrafıma toplar birlikte eski sayıları okurduk. Öğrencilerim, yeni sayıları aldığımda onlarla paylaşmamı heyecanla beklerlerdi. Uzay, canlılar ve teknoloji alanlarındaki gelişmeler öğrencilerimi çok şaşırtır ve bilimsel çalışmalara özendirirdi.

Otuz dört yıldır öğretmenlik yapıyorum ve TÜBİTAK proje yarışmalarında çok sayıda öğrenciye danışmanlık yaptım. Öğrencilerle çalışmaya başlarken dergiler benim için önemli bir kaynak oldu. Özellikle pandemi döneminde dersleri evden çevrim içi bir şekilde yaparken elektronik ortamdaki arşivi paylaştığınız için sonsuz teşekkür ederim. Bilgi kirliliğinin olduğu günümüz dünyasında güvenle okuyarak öğrencilerimle paylaşabileceğim *Bilim ve Teknik* dergisinin varlığı, önemli bir kaynak olması açısından çok değerli.

Derginin hazırlanmasında emeği geçen herkesi kutlar, kendim ve öğrencilerim adına teşekkür ederim.

Mesude ARIYAN
Biyoloji Öğretmeni

“İyi ki Varsın *Bilim ve Teknik* Dergisi”


Merhaba,

Bilimi sevmem ve ona sarılmam *Bilim ve Teknik* dergisi sayesinde oldu. Bu sevgi bundan tam 36 yıl önce yani 1985 yılının ocak ayında derginizle tanışmamla başladı ve o gün bu gündür de devam ediyor. Her sayısını merakla bekliyorum. Artık bu dergi vazgeçilmezim oldu, iyi ki de öyle oldu. O günden bugüne kadar tüm sayılarınızı aldım ve en ince detayına kadar zevkle okudum, hatta tekrar tekrar okudum ve ömrüm oldukça okumaya devam edeceğim. Neden mi, çünkü bu benim dünyam ve bu dünyada sizler iyi ki varsınız.

Ahmet ALAN

“Hayatı bilimle anlamlı hâle getirmek”


Merhaba,

Bir teolog ve öğretmen olarak TÜBİTAK’ın yüz akı dergisi olan *Bilim ve Teknik*’in her sayısını dikkatle takip ediyorum. Bu bağlamda, “*Bilim ve Teknik* bilimi sevmemde ve kariyerimi geliştirmem hususunda önemli rol oynuyor.” demek istiyorum. Yaklaşık olarak 5 yıldır düzenli olarak takip ettiğim dergiyi öğrencilerime de tavsiye ediyorum. Ayrıca bu vesileyle 5 yaşındaki kızım Nehir Sâre de heyecanlı bir *Meraklı Minik* okuyucusu oldu.

Hayat, ne zaman sona ereceği bilinmeyen büyük bir denklem ise bunu bilimle anlamlı hâle getirmek için *Bilim ve Teknik* okumanın ve her ayın 1’ini büyük bir heyecanla beklemenin önemini bir kez daha vurguluyorum.

İyi ki varsın *Bilim ve Teknik*...

Ünal KILIÇARSLAN

“Her ay dergimi heyecanla bekliyorum”


Merhaba,

Çocukluğumda *Bilim Çocuk* ile başladım TÜBİTAK serüvenine. Şimdi 9. sınıftayım. Uzun bir aradan sonra *Bilim ve Teknik* okumaya başladım. Her ay dergimi heyecanla bekliyorum. Ve bu hiç değişmeyecek. Bu güzel dergilerle bilime olan ilgimi artırdığınız için teşekkür ederim.

İyi ki varsınız.

Sevim Naz ERTÜRK

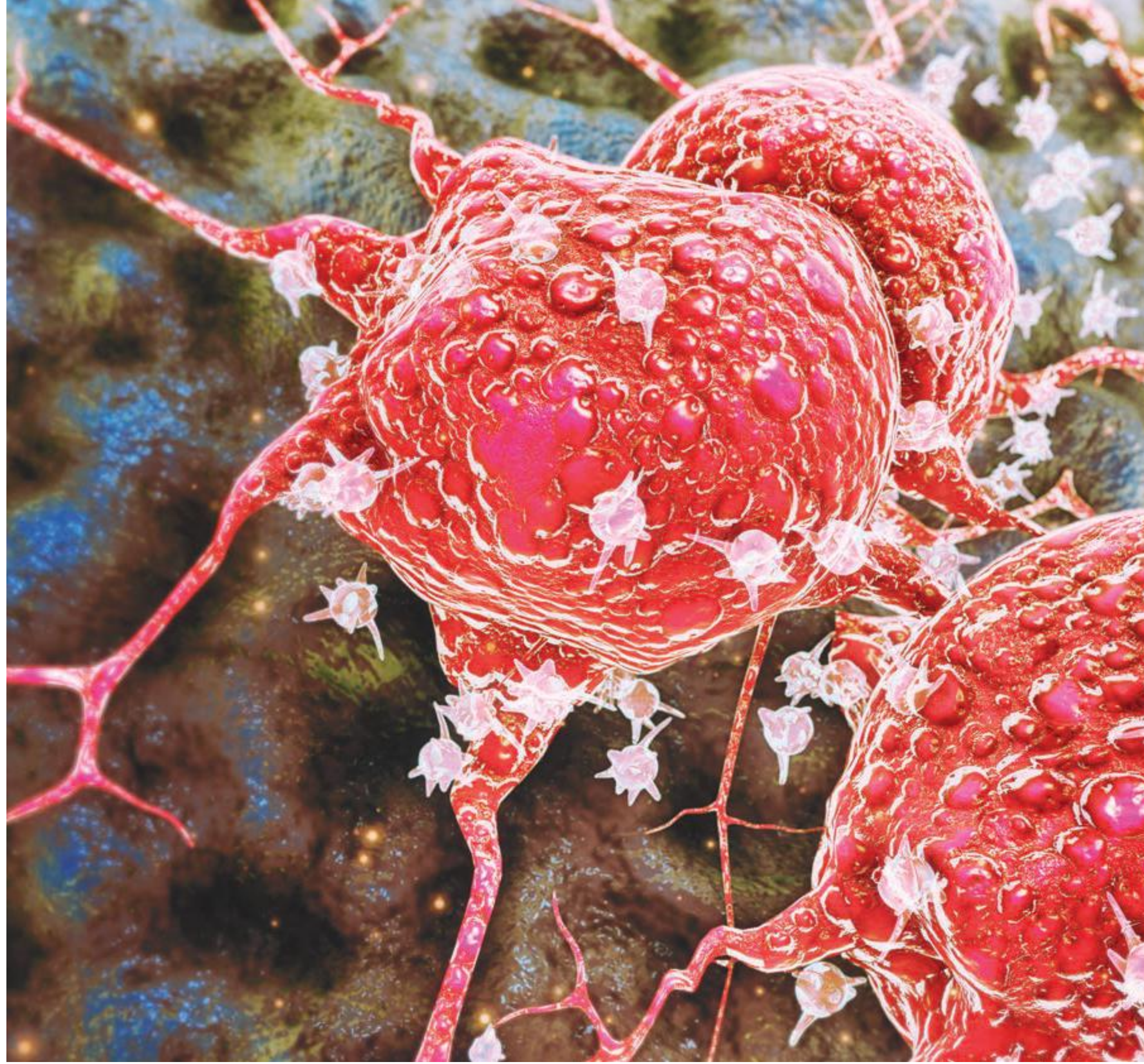
“Bilgilerimi ve birikimlerimi arttırıyorum”


Merhaba,

Her ay merakla ve heyecanla bekliyorum *Bilim ve Teknik* dergisini. Her sayıda bilgilerimi ve birikimlerimi arttırıyorum. Güncel konuların ele alınması çok güzel. Dergi hem merakımı arttırıyor hem de bilimsel gelişmeleri takip etmem konusunda bana çok yardımcı oluyor. Okulda öğrencilerime okumaları için de önerdiğim bir dergi.

Emeği geçen herkese teşekkür ederim.

Süleyman TOMBAK
Coğrafya Öğretmeni



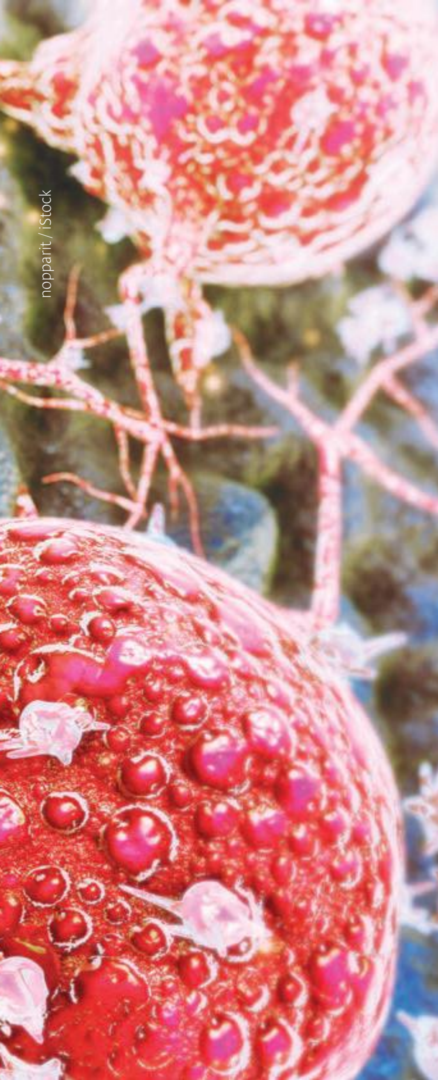
Kanser Hücreleri Neden ve Nasıl Yayılıyor? İşte Yeni Bir İpucu

Özlem Ak

Uluslararası bir araştırma ekibi, kanser hücrelerinin vücutta yayılmasında rol oynayan yeni bir mekanizmayı ortaya çıkardı. Bu bulgu, kanser ölümlerinin %90'ından sorumlu olan metastazı durdurabilecek potansiyel ilaçların keşfedilmesi için yeni çalışmalar başlatabilir. Kasım ayında *Nature* dergisinde yayımlanan bulgulara göre, kanser hücrelerinin daha kalın sıvılarla çevrili olduklarında daha hızlı hareket ettikleri belirlendi. Alberta Üniversitesi Tıp ve Diş Hekimliği Fakültesinden Profesör John D. Lewis, bunun gerçekten de hücre dışı sıvının viskozitesinin ayrıntılı olarak incelendiği ilk çalışma olduğunu belirtiyor. Artık sıvı viskozitesinin kanser hücrelerine belirli bir şekilde hareket etme sinyali verdiğini keşfeden bilim insanları, potansiyel olarak bu sinyal mekanizmasını engellemek ve kanser hücrelerini yavaşlamaya, hatta belki de durmaya teşvik etmek için ilaçlar geliştirmeye çalışacak.

Lewis laboratuvarı, insan kanser hücrelerini hareket hâlinde gerçek zamanlı görüntüleme konusundaki uzmanlığı nedeniyle Johns Hopkins Üniversitesindeki araştırmacılar tarafından yürütülen bir projeye davet edildi. Döllenmiş tavuk yumurtalarından elde edilen plasenta benzeri korioallantoik zarı kullanarak yaptıkları bu tür görüntülemede dünya lideri olduklarını söyleyen Lewis, araştırmalarında kanser hücrelerini çevreleyen sıvıda viskozitenin artması ile kanser hücrelerinin gen ifadelerini değiştirdiklerini ve daha agresif hâle geldiklerini çok kesin bir şekilde tespit ettiklerini belirtiyor. Viskoziteyi tekrar düşürdüklerinde bile bu hücrelerin agresif olmaya devam ettiği gözlendi.

Bilim insanları daha sonra, kanser hücrelerine ait bu sinyal mekanizması bozulduğunda, hücrelerin kan dolaşımından kaçma ve metastaz yapma yeteneklerinin de değiştiğini tespit etti. ■


noppart / iStock

Okyanuslardaki Mikroplastik Kirliliğinde Endişe Verici Artış

İlay Çelik Sezer

Okyanus yüzeyi kirliliğine ilişkin tüm dünyadan verilerin değerlendirildiği bir araştırmanın sonuçlarına göre, şu anda dünya denizlerinde yüzen 2,3 milyon ton mikroplastik bulunuyor. Coğrafi kapsamı ve kırk yılı aşkın bir zaman aralığındaki verileri incelemesi açısından eşsiz nitelikteki bu araştırma, okyanuslardaki mikroplastik yoğunluğunun son 18 yılda hızla arttığını gösteriyor.

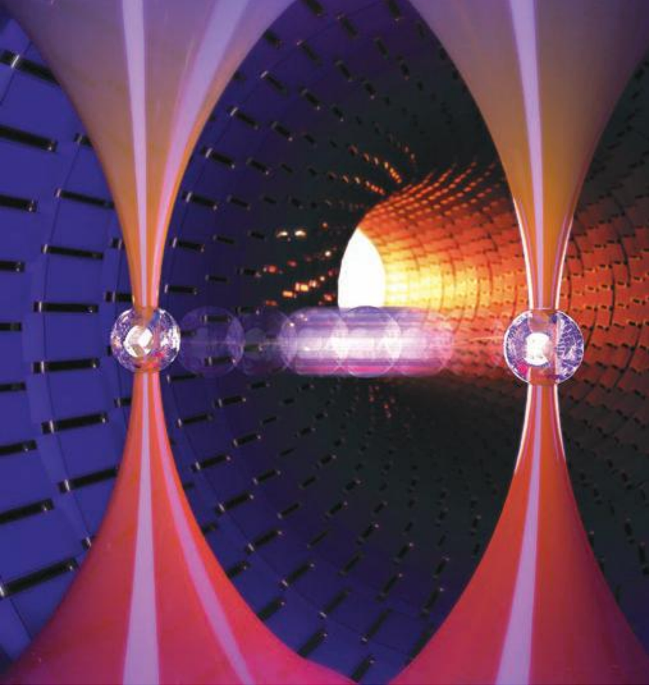
Boyu 5 milimetreden kısa olan plastik parçacıklar şeklinde tanımlanan "mikroplastikler"; deniz kaplumbağalarının, balinaların ve balıkların vücutlarında sıklıkla karşımıza çıkıyor. Bilimsel araştırmalar mikroplastik kirliliğini 1970'lerden bu yana takip ediyor ancak mikroplastik yoğunluğundaki asıl hızlı artış 2005 sonrasında gerçekleşti.

Söz konusu çalışmada, California'nın (ABD) Santa Monica şehrindeki 5 Gyres Enstitüsünden Marcus Eriksen ve Lisa Erdle liderliğindeki bir araştırma ekibi, okyanus yüzeyindeki plastik kirliliğine ilişkin 1979-2019 arasında toplanan ve başlıca okyanus bölgelerini kapsayan 11.000'den fazla veri toplama istasyonundan gelen verileri inceledi.

Araştırmada, okyanuslardaki plastik yoğunluğunun son 18 yılda keskin bir şekilde yükseldiği ve 2005'teki düzeyin 10 katından fazlasına ulaştığı belirlendi. Erdle bu keskin yükselişin 2005-2019 arasında plastik üretiminde gerçekleşen iki kata yakın büyük artışla ilişkili olabileceğini belirtiyor. Erdle'a göre, plastik kirliliğini önlemeye yönelik zorlayıcı tedbirler alınmaması da artışa yol açmış olabilir.

Aslında 2019'dan bu yana bazı ülkeler mikroplastik kirliliğini azaltmak için yasal düzenlemeler yaptı. Örneğin, ülkemizde perakende sektöründe satıcıların plastik poşetleri ücretsiz vermesi yasaklandı. Yine Birleşik Krallık'ta plastik pipetlerin yasaklanması ve tek kullanımlık poşetlere yönelik talebin azaltılması yönünde tedbirler alındı. Ancak Erdle, denizlerdeki plastik kirliliğinde kayda değer bir azaltma sağlanmak isteniyorsa küresel ölçekte plastik endüstrisinin tamamını hedefleyen radikal müdahaleler gerektiği görüşünde. 2022'de dünya ülkeleri plastik kirliliğiyle mücadele etmek için küresel bir anlaşma yapmak konusunda uzlaştı. Araştırmada, plastik politikalarında kapsamlı bir değişim olmaması durumunda, okyanuslara plastik akışının 2040 yılında 2016'dakine göre 2,6 kat daha hızlı olacağı öngörüldü. ■


pcess609 / iStock



Jaewook Ahn, Korea Advanced Institute of Science and Technology

Tek Bir Atomun Fırlatılıp Tutulabildiği Optik Sistem

İlay Çelik Sezer

Araştırmacılar iki optik kapan kullanarak tek bir atomu fırlatıp yakalamayı başardıkları bir yöntem geliştirdi. Deneyde yüksek derecede odaklanmış lazer ışınları yardımıyla çok küçük nesneleri tutan ve hareket ettiren optik kapanlardan yararlandılar. Optik kapanlar kullanılarak tek tek atomların hareket ettirilebildiği daha önce gösterilmişti ancak bu yeni deneyde ilk kez bir atom bir kapandan fırlatılıp başka bir kapan tarafından yakalandı. Araştırmada geliştirilen atom fırlatıp tutma yönteminin kuantum bilgisayarlarda kullanılabileceği düşünülüyor.

Araştırmacılardan Kore Bilim ve Teknoloji Enstitüsü çalışanı Jaewook Ahn, araştırmada serbest uçuş durumuna geçirilen atomların optik kapanlar tarafından tutulmaksızın ve onlarla etkileşmeksizin bir yerden bir yere hareket ettiğini, dolayısıyla atomların âdeta birer top gibi bir kapandan diğerine fırlatıldığını belirtiyor. Araştırma, optik kapanlar kullanılarak atomların belirli bir düzende dizilmesi hedefini de kapsayan bir kuantum hesaplama projesinin bir parçası olarak gerçekleştirildi. Ahn, proje çalışmaları sırasında sıklıkla atom dizilerinde bozukluklara neden olan düzenleme hatalarıyla karşılaştıklarını ve bozuk dizileri düzeltmek için etkin bir yol aradıklarını, söz konusu araştırmayı da bu amaçla yaptıklarını belirtiyor.

Araştırmacılar serbest uçuş hâlinde atomlar elde etmek için mutlak sıfıra (-273°C) yakın sıcaklıktaki rubidyum atomları ile 800 nm dalga boylu lazerlere sahip optik kapanlar kullandı. Bir atomu fırlatabilmek için, atomu tutan optik kapanı ivmelendirdikten sonra kapanın gücünü kestiler. Bu da atomun kapandan ayrılmasına neden oldu. Daha sonra başka bir kapanı çalışır konuma getirerek gelen atomu yakalamasını sağladılar ve kapanı atom tamamen duruncaya kadar yavaşlattılar. Araştırmacılar yöntemin prensipte çalıştığını gösteren bir dizi deney yaptı. Atomları fırlatıp yakalamaya ek olarak atomların durağan hâldeki başka bir optik kapan içerisinden de fırlatılabildiğini ve atomların yolda karşılaştıkları başka atomlardan etkilenmediğini de gösterdiler. Ayrıca yöntemi atom dizileri oluşturmakta da kullandılar. Denemelerin %94'ünde serbest uçuş hâlinde atomlar oluşturmayı başaran araştırmacılar, şimdi teknikle ilgili ince ayarlamalar yaparak %100'lük başarı oranına yaklaşmaya çalışıyor. ■

Bitki-Hayvan Hibrit Proteiniyle Hastalığa Dirençli Bitkiler

İlay Çelik Sezer

İngiltere'nin Norwich şehrinde bulunan Sainsbury Laboratuvarı'ndan araştırmacılar, bitkilerin patojenlerle daha iyi mücadele etmesine yardımcı olacak, kısmen bitki kısmen de hayvan kaynaklı hibrit proteinler geliştirdi. Pikokor (pikobodies) adı verilen bu proteinler sayesinde, hayvanların bağışıklık sistemlerinin eşsiz esnekliğinden yararlanılarak bitkilere yeni ortaya çıkan


Hanjo Hellmann / Alamy

Tütün bitkisi

patojenlerle savaşma becerisi kazandırılması hedefleniyor.

Bitkiler hastalık yapıcı mikroorganizmalardan genellikle fiziksel engeller yoluyla korunur. Bir patojen bitkinin içine girdiğinde ise, bitki bünyesindeki algılayıcılar alarm durumuna geçer ve enfeksiyonu kapan hücreler ölür. Ancak patojenler zamanla değişim geçirerek bu savunma mekanizmalarını alt etmeyi başarabilir. Böyle bir durumda bitkiler buna zamanında uyum sağlayamayabilir. Hayvanların bağışıklık sistemleri ise farklı şekilde çalışır ve bir patojenle karşılaşıldığında kısa bir süre içinde antikorlar geliştirerek uyum sağlayabilir.

Yaklaşımın prensip olarak işe yaradığını göstermek amacıyla yapılan bir araştırmada, bir bitkinin bünyesindeki algılayıcılar genetik olarak değiştirilerek bunlara hayvan antikorları entegre edildi. Bu yaklaşımla bağışıklık sisteminin istilacı patojenlere karşı neredeyse sınırsız ayarlamalar yapma becerisi bitkilere kazandırıldı. Yaklaşımın tarım ürünleri için özellikle faydalı olacağı düşünülüyor. Çünkü tarım ürünleri ve kültür bitkileri, doğada pek çok farklı türün bir arada yaşadığı bitki topluluklarından farklı olarak, tamamen aynı türden bitkilerle kaplı alanlarda yetiştiriliyor ve bu durum savunma hattını kırabilen herhangi bir patojenin ürünlere topluca zarar verebilmesine imkân tanıyor.

Araştırmacılar genetik değişikliklerle bitki proteinlerini hastalığa dirençli hâle getirmiş olsalar da doğru genleri bulup onları değiştirmenin on yıldan uzun sürebileceğini düşünüyorlar.

Araştırmanın lideri Sophien Kamoun, çalıştıkları neredeyse tüm patojenlere karşı pikokor üretmelerinin mümkün olduğunu belirtiyor. Ancak yapılan testlerde tüm pikokor kombinasyonlarının işe yaramadığını ve şu anda işin biraz şansa bağlı olduğunu saptamışlar. Dolayısıyla yaklaşımın geliştirilebilmesi için daha fazla bilimsel veriye ihtiyaç duyuluyor. ■

Tip 1 Diyabeti Üç Yıla Kadar Geciktirebilen İlaç

İlay Çelik Sezer

Bir klinik denemede Tip 1 diyabet hastalığının ortaya çıkışını üç yıla kadar geciktirebildiği görülen teplizumab adlı ilaç, ABD Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından onaylandı. Bağışıklık sisteminin pankreasta insülin üreten hücrelere yönelik saldırısını kısmen engelleyerek etki gösteren teplizumabın herhangi bir otoimmün bozukluğun başlamasını geciktiren ilk ilaç olduğu düşünülüyor.

Tip 1 diyabet, genellikle çocuklarda ve genç yetişkinlerde ortaya çıkıyor. Hastaların, kan şekerlerinin aşırı yükselmesini önlemek için öğünlerden önce kendilerine insülin enjekte etmeleri, ayrıca kan şekerlerini sık sık ölçmeleri ve yedikleri şeylere her zaman dikkat etmeleri gerekiyor. Klinik deneme çalışmasında yer alan bilim insanlarından Yale Üniversitesinden Kevan Herold, Tip 1 diyabetin ortaya çıkışının geciktirilmesinin çocukların bu hastalıkla baş etmesine yardımcı olabileceğini ve hastalığın


Ta Nu / iStock

çocuklarda yol açabileceği zararları azaltabileceğini düşünüyor.

Bağışıklık sisteminin insülin üreten hücrelere saldırısı, yıllar süren ve bağışıklık sisteminin pek çok unsurunun rol aldığı bir süreç. Tip 1 diyabet riski görülen çocuklar, pankreas hücrelerine zarar veren antikorları tespit eden bir kan testine tabi tutulabiliyor. Teplizumab, 8 yaşından büyük olan ve kan şekeri düzeyi henüz diyabet hastalığı belirtisi sayılacak kadar yüksek olmayan kişiler için onaylandı.

Herold bu yeni yaklaşımın, bağışıklık sistemini etkileyen başka ilaçlardan da yararlanarak Tip 1 diyabeti daha da geciktirme ihtimaline kapı araladığını düşünüyor. Teplizumabın klinik denemesine Tip 1 diyabet hastası bir yakın akrabası olan ve bahsi geçen antikorlara sahip çocuklar ve genç yetişkinler dâhil edildi. Ancak bu yöntem Tip 1 diyabete yakalanan herkesi kapsayamıyor çünkü hastalığın görüldüğü yakın bir akrabası olmayan pek çok kişi var. Bu yüzden genetik testler de dâhil olmak üzere potansiyel hastaların tespiti için başka tarama yöntemleri de araştırılıyor.

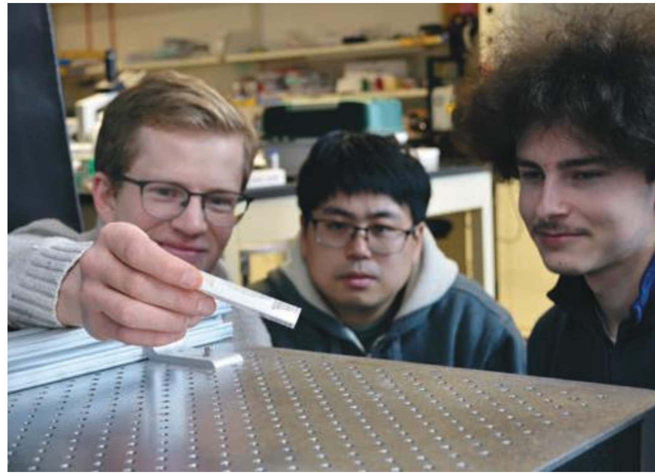
Teplizumab şimdi Birleşik Krallık'ta ve Avrupa'da yenilikçi ilaçlar için oluşturulan özel hızlı onay programları kapsamında değerlendiriliyor. ■

Ultrasonik Dalgalar Nesneleri Hareket Ettiriyor

Özlem Ak

Minnesota Twin Cities Üniversitesinden araştırmacılar, *Nature Communications* dergisinde yayımladıkları çalışmalarında ultrason dalgalarını kullanarak nesneleri hareket ettirmek için yeni bir yöntem keşfetti. Araştırma, cihazların hareket etmek için yerleşik bir güç kaynağına ihtiyaç duymayacağı, imalat ve robotik gibi endüstrilerde temassız harekete kapı aralıyor.

Işık ve ses dalgalarının nesneleri hareket ettirebildiği daha önce gösterilmiş olsa da bu nesnelerin boyutu her zaman ses veya ışığın dalga boyundan daha küçük veya milimetre ila nanometre mertebesinde olmuştu. Minnesota Üniversitesi ekibi, metamalzeme fiziği ilkelerini kullanarak daha büyük nesneleri hareket ettirebilen bir yöntem geliştirdi. Metamalzemeler, ışık ve ses gibi dalgalarla etkileşime girmek üzere yapay olarak tasarlanmış malzemelerdir.


Minnesota Üniversitesi

Minnesota Üniversitesi, Fen ve Mühendislik Fakültesi öğrencileri metamalzeme nesnesi ile

Araştırmacılar, bir nesnenin yüzeyine bir metamalzeme deseni yerleştirerek, fiziksel olarak dokunmadan onu belirli bir yönde hareket ettirmek için sesi kullandılar. Çalışmanın baş yazarı, Minnesota Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünden Ognjen Ilic; dalgaların, ışığın ve sesin nesneleri hareket ettirebildiğini bir süredir bildiklerini belirtiyor. Kendi araştırmalarını diğerlerinden ayıran şey ise yüzeyleri bir metamalzeme yüzeyi (metayüzey) hâline getirmeleriyle çok daha büyük nesneleri hareket ettirebilmeleri. Küçük desenleri nesnelerin yüzeyine yerleştirdiklerinde, temel olarak sesi istedikleri yöne yansıtabiliyorlar ve bunu yaparken, bir nesneye uygulanan akustik kuvveti kontrol edebiliyorlar. Araştırmacılar bu tekniği kullanarak bir nesneyi sadece ileriye doğru hareket ettirmekle kalmıyor, aynı zamanda onu bir kaynağa doğru da çekebiliyorlar.

Minnesota Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünde yüksek lisans öğrencisi olan ve araştırma ekibinde yer alan Matthew Stein, temassız manipülasyonun, optik ve elektromanyetizma alanlarında talep gören bir araştırma konusu olduğunu ancak kendi araştırmalarının nesneleri temassız harekete geçirmek için diğer yöntemlerin sahip olamayacağı avantajlar sunduğunu belirtiyor. Araştırmacılar gelecekte daha yüksek dalga frekanslarının yanı sıra farklı malzeme ve nesne boyutlarını da test etmeyi amaçlıyor. ■

Dünya Dışındaki Gök Cisimlerinde Tespit Edilen Mağaralar

Mahir E. Ocak

Günümüze kadar gök cisimleri üzerine yapılan çalışmalar, gök cisimlerinin yüzeyleri ve atmosferleriyle sınırlıydı. Ancak yakın gelecekte Ay'daki ve Mars'taki mağaralar da bilimsel çalışmalara konu olmaya başlayabilir. Bugüne kadar 11 gezegen ve uyduda 3.500'ün üzerinde potansiyel mağara tespit edildi. Bu gök cisimleri arasında Ay, Mars ve Jüpiter ile Satürn'ün uyduları da var. Hatta kuyruklu yıldızlar ve asteroitlerde de mağara oluşum süreçleri tespit edildi. Dünya dışında potansiyel mağaralara sahip olduğu tespit edilmiş bazı gök cisimleri ve bu gök cisimlerindeki potansiyel mağaraların sayısı ise sırasıyla Titan'da 2.147, Mars'ta 1.062, Ay'da 221, Enceladus'ta 100, Europa'da 8, Triton'da 3, Plüton'da 2, Ceres ve Charon'da 1. Wynne, J. J. ve ekip arkadaşlarının gerçekleştirdiği çalışmanın sonuçları *Journal of Geophysical Research: Planets*'de yayımlandı.

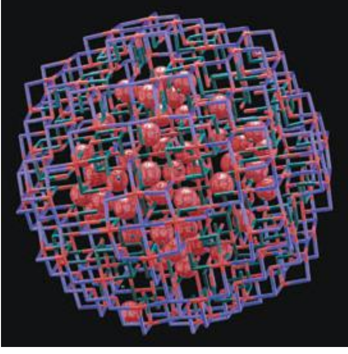
Dünya dışındaki mağaralarda yapılacak çalışmalar çok önemli bilimsel keşiflerle sonuçlanabilir. Örneğin gök cisimlerinin derinlerinin incelenmesiyle bu cisimlerin oluşum süreçleri hakkında önemli bilgiler edinilebilir. Hatta toplanacak veriler, Dünya'nın oluşum sürecinin daha iyi anlaşılmasına da yardımcı olabilir.

Dünya dışındaki mağaralar, yaşam izleri aramak için de uygun ortamlar olabilir. Örneğin Mars'taki mağaraların derinleri, gezegenin yüzeyine kıyasla, hem radyasyona hem de şiddetli fırtınalara karşı daha korunaklı. Ayrıca bu mağaraların ortam sıcaklığındaki salınımlar yüzeye kıyasla daha düşük olabilir. Dolayısıyla eğer bugün Mars'ta yaşayan mikroorganizmalar varsa ya da uzak geçmişte Mars'ta canlılar yaşamışsa, mağaralar bu canlıların izlerini aramaya en uygun yerler olabilir.

Dünya dışındaki mağaralar uzayı keşfe çıkacak astronotlar için de korunaklı bir ortam sağlayabilir. Örneğin Ay ya da Mars'a gidecek astronotları yüzeydeki radyasyondan ve diğer tehlikelerden korumak için yaşam alanlarının mağaralar içine kurulması düşünülebilir.



Eğer bir gün uzaydaki mağaralar keşfedilmeye başlanacaksa, bu, insanlardan önce robotlarla mümkün olacaktır. Günümüzde uzayı ve Dünya dışındaki mağaraları keşfedecek robotlar geliştirmek için çalışmalar yapılıyor. Gelecek 5-10 yıl içinde Ay'daki ya da Mars'taki mağaraları keşfedecek ilk robotlar uzaya gönderilebilir. ■



Ella Maru Studio / SPL

Sentetik Protein Yardımıyla Oda Sıcaklığında Kuantum Nokta Üretildi

Mahir E. Ocak

Kuantum noktalar, boyutları nanometre ölçeğinde olan yarı iletken parçacıklardır. Daha büyük parçacıklara kıyasla sıra dışı optik ve elektronik özelliklere sahip olan bu parçacıklar, güneş gözelerinden LED ekranlara kadar pek çok teknolojide kullanılıyor. Kuantum nokta üretimi genel olarak hem yüksek sıcaklıkların varlığını hem de zehirli maddelerin kullanılmasını gerektirir. Princeton Üniversitesinden bir grup araştırmacı, doğada örneği olmayan sentetik bir protein yardımıyla oda sıcaklığında kuantum nokta üretmenin bir yolunu buldu. Araştırmacılar, kuantum noktaları üretirken ConK adı verilen bir proteinden yararlanmışlar. Doğada örneği bulunmayan bu protein ilk olarak 2016 yılında sentezlenmişti.

Geçmişte ConK proteinin, *E. coli* bakterilerinin zehirli seviyede yoğun bakır içeren ortamlarda sağ kalmasına yardımcı olduğu biliniyordu. Yapay proteinin bunu nasıl sağladığı tam olarak bilinmiyor. Ancak çeşitli tepkimelere aracılık ederek metal atomlarının bileşiklere katılmasını ve böylece ortamın daha az zehirli hâle gelmesini sağladığı düşünülüyor. Bu durumun nedeni, doğada benzer biçimlerde mikroorganizmaların hayatta kalmasına yardımcı olduğu bilinen başka proteinler olması.

Kuantum noktalarda da zehirli metaller bulunur. Araştırmacılar da ConK proteininin kuantum noktalarda bulunan zehirli metalleri içeren tepkimelerde de rol alabileceğini düşünerek çeşitli deneyler yapmışlar. Elde edilen sonuçlar ConK proteininin, sistein amino asidinin parçalanmasında katalizör görevi gördüğünü; amino asidin parçalanması sırasında yan ürün olarak ortaya çıkan hidrojen sülfitin (H_2S) ise daha sonra kadmiyum (Cd) elementi ile tepkimeye girerek kadmiyum sülfit (CdS) nanoparçacıklarını oluşturduğunu gösteriyor. Oda sıcaklığında meydana gelen bu süreç sonunda ortaya çıkan nanoparçacıklar yaklaşık 3 nanometre çapında ve düzensiz şekillerde oluyor. Elde edilen nanoparçacıkların mükemmel olmadığı ancak sentez sürecinin iyileştirilebileceği belirtiliyor. ■

3.500 Yıllık Karmaşık Tedarik Zinciri

Mahir E. Ocak

Antalya'nın Kaş ilçesine 8,5 kilometre uzaklıktaki Uluburun'un 60 metre açığında 1982 yılında keşfedilen Uluburun batığı, bilinen gemi batıklarının en eskilerinden biridir. Günümüzden yaklaşık 3.300 yıl önce battığı tahmin edilen geminin kalay külçeleri taşıyan bir kargo gemisi olduğu anlaşılmış, önce George Bass sonra Cemal Pulak tarafından yürütülen kazı çalışmaları on bir yıl sürmüştü. Uluburun batığında keşfedilen kalay külçeler, günümüzden yaklaşık 3.500 yıl önce Asya'nın içlerinden Akdeniz kıyılarına uzanan karmaşık tedarik zincirleri olduğuna işaret ediyor.

New York'taki Brooklyn Kolejinden Wayne Powell ve arkadaşları yakın zamanlarda *Science Advances*'ta yayımladıkları bir makalede, Uluburun batığındaki kargonun önemli bir kısmının kaynağının Tacikistan ve Özbekistan'daki maden yatakları olduğunu öne sürdü.

Araştırmacıların iddiası, kalay külçelerin izotop analizlerine dayanıyor. Çalışmada incelenen 105 külçedeki izotop oranları analiz edildiğinde yaklaşık üçte birinin Tacikistan'daki bir maden yatağından, bazılarının da Özbekistan'dan geldiği anlaşılıyor. Geriye kalan külçelerin büyük çoğunluğunun kaynağının ise o dönemler Hitit İmparatorluğu'nun hâkimiyeti altında olan Toros Dağları bölgesindeki maden yatakları olduğu belirtiliyor.



Uluburun batığının Bodrum Sualtı Arkeoloji Müzesinde bulunan, birebir boyutlarda inşa edilmiş bir kopyası

Her ne kadar gemi enkazında keşfedilen kalay külçelerdeki izotop oranları Tacikistan ve Özbekistan'daki çeşitli maden yataklarında görülen izotop oranlarına benzese de elde edilen sonuçların enkazdaki külçelerin kaynağının binlerce kilometre uzaklıktaki maden yatakları olduğunu kanıtlamak için tek başına yeterli olmadığı belirtiliyor. Bu durumun nedenlerinden biri, maden yataklarının farklı bölgelerinde farklı izotop oranlarına rastlanabilmesi, bir diğer nedeni de farklı maden yataklarındaki izotop oranlarının birbirleriyle benzerlik gösterebilmesi.



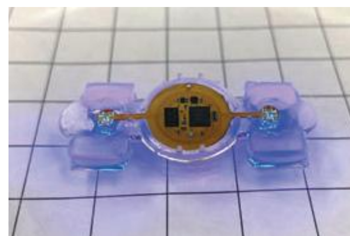
Uzaktan Kumanda Edilebilen Biyolojik Robotlar

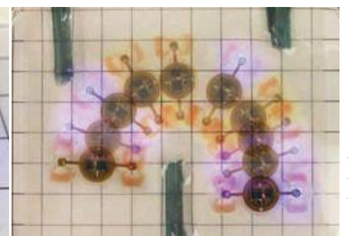
Mahir E. Ocak

Büyüklüğü santimetrelerle ölçülen minyatür biyolojik robotlar (biyobotlar) üzerine on yılı aşkın bir süredir çalışmalar yapılıyor. Urbana-Champaign'deki Illinois Üniversitesinden Prof. Dr. Rashid Bashir ve öğrencileri, alandaki ilk öncü çalışmalara 2012 yılında imza atmıştı. Araştırma grubu, polimer bir iskelet üzerinde üç boyutlu yazıcılarla fare kas dokularını büyüterek yürüyen biyobotlar üretmişlerdi. Aynı araştırma grubu, 2016 yılında da ışıkla robotları harekete geçirmeyi başarmıştı. Işıkla harekete geçirilebilmeleri, biyobotların bir dereceye kadar kumanda edilebilmesine imkân veriyordu. Ancak bu durum sadece laboratuvar ortamıyla sınırlıydı. Laboratuvar dışına çıkarılan hareketli robotlara ışık ışınlarının nasıl ulaştırılacağı, aşılması gereken bir sorun olarak kalmıştı.

Uluslararası bir araştırma grubu, laboratuvar ortamı dışında da uzaktan kumanda edilebilen minyatür hibrit robotlar (biyobotlar) geliştirdi. Dr. Yongdeok Kim ve arkadaşları tarafından yapılan araştırmanın sonuçları *Science Robotics*'te yayımlandı. Yeni geliştirilen robotlarda daha öncekilerde yer alan ağır bataryalar ya da kablolar yer almıyor. Robotlarda kablosuz güç aktarımı için kullanılan bobinler var. Bu bobinler mikroLED'lere enerji sağlıyor. Araştırmacılar biyobotları kumanda etmek için kablosuz sinyaller göndererek LED'leri aktifleştiriyorlar. LED'lerden yayılan ışık, ışığa tepki vermeleri için genleri değiştirilmiş kasların kasılmasına neden oluyor. Böylece polimerden yapılmış bacaklar harekete geçiyor. MikroLED'ler kasların belirli bölgelerini uyaracak şekilde konumlandırılıyor. Bu durum, biyobotların arzu edilen yönde döndürülebilmesine imkân sağlıyor.

Mikroelektronik cihazlarla canlı dokuları bir araya getiren bu hibrit robotlardan gelecekte çeşitli alanlarda yararlanılabileceği düşünülüyor. Örneğin robotlar kimyasal ve biyolojik sensörlerle donatılabilir. Bu sayede çevredeki zararlı maddeleri ya da hastalık belirtisi olan kimyasal maddeleri tespit edebilirler. Hibrit robotlara ufak nesneleri itmelerini ya da taşımalarını sağlayacak uzuvlar da eklenebilir.





Robotlar manevra yapabiliyor ve engellerin etrafından dolaşabiliyor.

OTİZM FARKINDALIĞI

Dr. Özlem Kılıç Ekici | *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Her birey farklıdır ve özeldir. Ama bazı özel bireyler var ki onların sosyal etkileşim ve iletişim becerilerinin gelişimi akranlarıyla aynı hızda ve aynı düzeyde olmaz. Beyin ve sinir sistemi gelişimi sırasında genetik ya da çevresel faktörlerin etkisiyle beyin fonksiyonlarında ve sinirsel sinyallerin iletiminde ortaya çıkan sorunlar, gelişimin birçok alanını etkileyerek bazı nörogelişimsel bozukluklara neden olabilir. Otizm spektrum bozukluğu (OSB) da bunlardan bir tanesi.



Birleşmiş Milletler 2007 yılında, otizmli bireylerin haklarını savunmanın bir yolu olarak 2 Nisan'ı "Dünya Otizm Farkındalık Günü", nisan ayını da "Dünya Otizm Farkındalık Ayı" ilan etti. Otizmin tanımının ilk defa yapılmasının üzerinden tam 80 yıl geçti ama hâlâ otizm hakkında anlaşılamayan ve bilinmeyen o kadar çok şey var ki…

Bilim ve Teknik dergisinde hemen hemen her yıl otizmi farklı bir yönüyle ele aldık, otizmi bilimsel, sosyal ve yasal yönleriyle kapsamlı bir şekilde inceledik, dünyada ve ülkemizde yapılan çalışmalara ve faaliyetlere yer verdik, otizm cephesindeki en son bilimsel gelişmeleri sizlere sürekli aktardık.
Bu yazımızda da otizm ile ilgili son yıllarda dergimizde yayımlanan içeriklerden bazı önemli bilgileri derleyerek bir araya getirdik.

Melitas / iStock



Otizm Spektrum Bozukluğu ya da Kısaca Otizm Deyince Ne Anlıyoruz?

Otizm spektrum bozukluğu belirtileri erken çocukluk çağında başlayan karmaşık bir nörogelişimsel bozukluk olarak tanımlanıyor. Sosyal ve iletişimsel alanda belirgin yetersizlikler, tekrarlayıcı ve takıntılı davranışlar ile sınırlı ilgi alanları en öne çıkan belirtilerinden. Otizme neyin, nasıl neden olduğu tam olarak bilinmese de birtakım nörolojik, genetik ve çevresel faktörlerin birlikte rol aldığı söyleniyor. Otizmin karmaşık bir bozukluk olduğu özellikle vurgulanıyor, çünkü bireylerin klinik görünümleri kendine özgü -ama aynı zamanda birtakım ortak özellikleri de var. Yani otizm spektrum bozukluğu; belirtileri, ihtiyaçları, güçlü ve zayıf yanları birbirinden hayli farklılık gösteren bireyleri içeren çok geniş bir yelpaze de diyebiliriz. Yelpaze; çünkü belirtilerin sayısı ve şiddeti bireyler arasında oldukça farklılık gösterebildiği gibi, bu belirtiler zaman içinde değişebilir de.

Günümüzde hâlâ otizmin nedenleri tartışılıyor, kesin bir tedavi yöntemi de henüz bulunmuş değil. Herkesçe kabul edilen tek gerçek, erken tanı ve doğru planlanmış bir özel eğitim programının otizmli bireylerin yaşam kalitesini inanılmaz derecede artıracağı.

Otizmin Belirtileri

Otizmli bireyler aşağıda sıralanan tipik davranışların en az yarısını gösterebilir. Bu belirtiler çok hafif ya da çok şiddetli olabilir. Her bir belirtinin etkisi de diğerinden farklı olabilir. Bu davranışlar birçok farklı sebeple de ortaya çıkabilir veya bireylerin gelişimine ve yaşına uygun olmayabilir. Otizm spektrumunda gözlenen bu belirtiler, bireyler arasında büyük farklılıklar da gösterebilir. Bu nedenle otizmli bireyler arasında kıyaslama ve genelleme yapılmaz.

- Göz teması kısıtlıdır ya da yoktur.
- Çevreye karşı ilgisizdirler.
- İsimleriyle seslenildiğinde tepki vermezler.
- Aşırı hareketli ya da hareketsiz olabilirler.
- Bazıları fiziksel temasa (öpme, sarılma) izin vermez ya da bunlardan hoşlanmaz.
- Çoğunlukla insanları değil, cansız varlıkları tercih ederler.
- Sosyal ve duygusal açıdan kendilerini dış dünyadan soyutlarlar.
- Kendileri işaret etmezler, ihtiyaçlarını yetişkinin elini kullanarak ifade ederler.
- Taklit becerileri yoktur ya da sınırlıdır.
- Birçoğunda konuşma gelişmemiştir.
- Konuşma gelişse bile bunu iletişim aracı olarak kullanmazlar.
- Ekolaliktirler, yani söylenenleri tekrar ederler.
- Kendilerinden üçüncü tekil şahıs gibi bahsederler.
- Uygun olmayan vurgulamalarla, kalıp cümlelerle konuşurlar.
- Ses tonları mekanik ve tek düzedir.
- Uygunsuz gülme ve kıkırdamalar gözlenir.
- Düzen ve nesne takıntıları vardır.
- Rutinlerindeki değişikliklere tepki gösterirler.
- Yinelenen davranışlar gösterirler.
- Nesneleri çevirmek, el çırpmak, kollarını kanat çırpar gibi hareket ettirmek, zıplamak, kendi etrafında dönmek, durduğu yerde sallanmak, parmak ucunda yürümek, parmaklarını gözlerinin önünde amaçsız bir şekilde hareket ettirmek, ellerini farklı biçimlerde tutmak, elleriyle kulaklarını kapatmak gibi davranışlar sergilerler.

- Oyuncaklarla gerektiği gibi oynamazlar.
- Genelde hayali veya sembolik oyunlar oynamazlar.
- Sürekli aynı oyunları oynamayı tercih ederler.
- Bazıları çok inatçıdır.
- Ses, acı, koku, ışık ve dokunuşa aşırı hassasiyet gösterebilirler.
- Soğuğa, sıcağa ve acıya duyarsız olabilirler.
- Tehlikeye karşı duyarsız olabilirler.
- Kendilerine, çevrelerindekilere ve eşyalara zarar verebilirler.
- Beklemeye ya da isteklerini ertelemeye tahammül edemezler.

Otizmli Bireyler Arasındaki Farklılıklar

Otizm spektrum bozukluğu söz konusu olduğunda aileler, öğretmenler, uzmanlar ve doktorlar dâhil herkes için zor olan nokta, otizmli bireyler arasındaki olağanüstü farklılık. Aynı teşhise sahip çocuklar çoğu zaman önemli derecede farklı davranışlar ve sağlık sorunları sergileyebilir. Otizmli bir kişi zeki, güçlü ama aşırı kaygılı ve çoğu zaman da depresyonda olabilir. Bir diğeri ise sözel iletişimden yoksun, zekâ düzeyi düşük ve fiziksel olarak saldırgan olabilir. Bir üçüncüsü ise zeki, uyumlu, sevecen, konuşkan ancak sosyal ve iletişimsel becerilerden yoksun olabilir. Bu kişiler farklı belirtiler ve ihtiyaçlar gösterirler, ayrıca birey olarak da çok az ortak özelliğe sahip- tirler.

Otizm Nasıl Teşhis Edilir?

Otizmin tanısında kesin sonuç veren herhangi bir kan testi ya da biyolojik markör, beyin görüntüleme sistemi, laboratuvar analizi veya başka bir yöntem maalesef henüz bulunmuyor. Ama günümüzde çalışmalar bu yönde hızla devam ediyor. Şu an için uzmanlar ancak kişilerin davranışlarını ve bazı durumlar karşısında gösterdikleri tepkileri gözlemleyip değerlendirerek kişide otizm spektrum bozukluğu olup olmadığını tespit edebiliyor. Otizme başka rahatsızlıkların da eşlik edip etmediğinin anlaşılması için otizm tanısı konulmuş bireylere işitme ve görme testleri, beyin görüntüleme, kan ve idrar analizleri, EEG (beyin dalgaları aktivitesinin elektriksel yöntemle izlenmesi) ve genetik testler gibi bazı tıbbi tetkikler de uygulanıyor.

Peki, otizmin tanısında değerlendirme ölçütleri neye göre belirleniyor? Bu amaçla Amerikan Psikiyatri Birliği tarafından hazırlanan bir başvuru kılavuzu kullanılıyor. Daha önceleri Asperger sendromu, yaygın gelişimsel bozukluklar (YGB) ve çocukluk bütünleşme bozukluğu gibi başka gelişimsel sorunlardan ayrı tutulan otizm tanımı, Amerikan Psikiyatri Derneği tarafından hazırlanan ve zihinsel bozukluklar için standart tıbbi referans olarak kabul edilen *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*'ın (Zihinsel Bozuklukların Tanısal ve İstatistiksel Kılavuzu) 2013 yılında yayımlanan beşinci versiyonunda (DSM-5)Asperger ve YGB ile birleştirildi ve daha geniş kapsamlı otizm spektrum bozukluğu (OSB) olarak tanımlandı. Bu tanıma göre OSB'li bireyler:

- Başka insanlarla iletişimde ve sosyal etkileşimde zorluk yaşıyor.



- Sınırlı ilgiler ve tekrarlayan davranışlar sergiliyor.
- Okulda, işte ve yaşamın diğer alanlarında uygun şekilde davranabilmeye yönelik becerilerini sekteye uğratan çeşitli belirtiler gösteriyor.

Sosyal ve iletişimsel yetersizlik dendiğinde; toplumsal ve duygusal karşılıkta yetersizlik, sözel olmayan iletişimde yetersizlik, ilişki kurma ve sürdürmede yetersizlik kastediliyor.

Tekrarlayıcı ilgi ve davranışlar dendiğinde ise basmakalıp ve tekrarlayıcı motor hareketler, aynılıkta ısrar, rutine sıkı bağlılık, belli bir alana yoğun ilgi, duyusal olarak az veya çok uyarılma anlaşılıyor.

Kitapta OSB tanısı alan bireyler arasında bozukluğun yol açtığı zorluklar nedeniyle ihtiyaç duyulan desteğin düzeyine bağlı olarak derecelendirilme yapılacağı belirtiliyor. Buna göre OSB'nin şiddet düzeyi hafif, orta ya da ağır olarak belirleniyor. DSM-5'te farklı alt gruplar yerine şiddet düzeyi belirlenmiş tek bir tanı kategorisinin kullanılması sonucunda, uzmanların otizmde gözlenen çeşitliliği ve farklılıkları daha güvenilir, geçerli ve gelişimsel açıdan duyarlı bir şekilde ele alarak doğru tanı yapması sağlanabilecek.



Erken Otizm Tanısı Neden Önemlidir?

Günümüzde artık aileler çocuklarının fiziksel ve ruhsal gelişimini daha bilinçli bir şekilde yakından takip ediyor ve bu süreçte, örneğin seslenildiğinde çocuğun tepki vermemesi ve göz teması kurmaması gibi belirtileri hemen fark edip uzmanlardan gerekli yardımı alıyorlar.



Bebeklerin rutin doktor kontrolleri sırasında özellikle 18. ve 24. ay kontrollerinde otizm belirtilerinin görülüp görülmediğine de dikkat ediliyor. Böylece bu nörogelişimsel bozukluk ne kadar erken teşhis edilirse, otizmin günümüzde tek geçerli tedavisi olan özel eğitim, konuşma ve dil terapisi, duygusal destek sürecine de o kadar erken başlanıyor. Birçok bireyde özel eğitim ve terapi süreçlerinden olumlu ve başarılı sonuçlar alınıyor. Otizmli bireylerin hayat kalitesi artırılarak topluma daha etkin bir şekilde kazandırılmaları ve hayatlarına akranlarına benzer şekilde devam etmeleri sağlanıyor.

Otizmde İlaç Kullanımı

Otizmli çocuklarda kullanılan ilaçlar otizmi değil; hiperaktivite, epilepsi, takıntılar, tekrarlayan davranışlar, kendine zarar verme, dikkat problemleri, kaygı ve depresyon gibi eşlik eden diğer belirtileri kontrol altına almaya ve tedavi etmeye yardımcı olur. Bu süreçte kullanılan ilaçlar, sadece çocuğu düzenli takip eden nörolog veya psikiyatr tarafından önerilebilir.

Otizmin Görülme Sıklığı Giderek Artıyor mu?

Otizm teriminin bilimsel olarak ilk kez tanımlandığı 1943 yılından beri geçen 80 yıllık süreçte, otizmin olası nedenleri, teşhisi ve tedavisi üzerine çok sayıda araştırma yapıldı. Otizmin teşhisine yönelik standart ölçütler belirlendi ve tüm ülkelerde kullanılmaya başlandı. Her geçen yıl toplumsal bilinç ve farkındalık arttı. Ancak her geçen yılla birlikte otizmli bireylerin sayısında da ciddi bir artış oldu. Amerika Birleşik Devletleri'nde otizmin görülme sıklığı 1943 yılında her 2.000 çocukta 1, 2010'da her 150 çocukta 1, 2008'de her 88 çocukta 1, 2015'te



StefaNikolic / iStock

her 68 çocukta 1 iken günümüzde bu sayı her 44 çocukta 1'e yükseldi. Dünya Sağlık Örgütü (WHO: World Health Organization) verilerine göre ise dünya genelinde doğan her 100 çocuktan 1 tanesi otizm tanısı alma potansiyeli ile doğuyor. Otizmin erkeklerde görülme sıklığı ise kadınlardakinin yaklaşık dört katı.

Türkiye'deki görülme sıklığının gösterildiği kapsamlı bir çalışma olmamakla birlikte, otizmin her 54 kişiden birinde görüldüğü öngörülüyor. Tam olarak bilinmemekle birlikte, Türkiye'de yaklaşık 2 milyon otizm tanısı konmuş birey olduğu, bu bireylerin yaklaşık üçte birinin ise 0-18 yaş aralığında olduğu tahmin ediliyor. Otizm tanısı konmuş çocuklardan bir kısmının ise özel eğitimden, sağlık hizmetleri ve sosyal hizmetlerden yeterince faydalanamadığı uzmanlarca belirtiliyor.Birçok uzmana göre otizmli bireylerin sayısındaki hızlı artışın başlıca sebepleri arasında toplumda otizm farkındalığının ve bilincinin giderek artması, bu nörogelişimsel bozukluğun tanısında kullanılan değerlendirme ölçütlerinin daha doğru ve etkin olacak şekilde güncellenmesi, buna bağlı olarak geçmişe göre daha fazla vakanın tespit edilebilmesi yer alıyor. Ancak modern yaşamın çeşitli olumsuzluklarından kaynaklı çevresel etmenlerin de gerek genlerle etkileşerek gerekse doğrudan gelişimi etkileyerek otizmli birey sayısının artmasına yol açabileceği, özellikle çevresel etmenlerle otizm riskini ilişkilendiren çok sayıda araştırmaya dayanılarak kabul ediliyor.



Otizm ve Aşı

Aşılar ile otizm arasındaki ilişkiyi inceleyen çok sayıdaki bilimsel araştırma, aşılama ile otizmli olma olasılığı arasında anlamlı bir ilişki olmadığını vurguluyor. WHO'nun Aşı Güvenliği Küresel Danışma Komitesi, uzun yıllardan beri aşılardaki timerosal konusunu değerlendiriyor. Timerosal, etil cıva maddesinin organik bir bileşiği olup 1930'lu yıllardan beri birçok aşı ve ilaçta koruyucu olarak kullanılıyor. Konuyla ilgili yapılan tüm araştırmaları inceleyen komite, bilimsel araştırmalarda elde edilen kanıtların timerosal içeren ilaçlar ve aşılar ile otizm arasında kesin bir ilişki olmadığını desteklediği sonucuna vardı.


Xesai / iStock

WHO Aşı Güvenliği Küresel Danışma Komitesinin Haziran 2002'de yayımladığı raporda, etil cıvanın vücutta yarılanma ömrünün bir haftadan daha kısa olduğu, ortalama 4-9 günde vücuttan sindirim sistemi yoluyla atıldığı, dolayısıyla diğer cıva bileşikleri gibi vücutta birikmesinin ve cıvaya bağlı birtakım kronik hastalıklara yol açmasının söz konusu olmadığı açıklandı. Vücuttan atılımı güç olan metil cıva maddesinin ise timerosal içeriğinde bulunmadığı bildirildi.

Avrupa ülkelerinde ve diğer pek çok ülkede aşılarda koruyucu olarak timerosal kullanımı devam ediyor. Kızamık aşısının da otizmle herhangi bir ilişkisinin bulunmadığı, WHO Aşı Güvenliği Küresel Danışma Komitesi tarafından vurgulandı.

Aşılama özellikle çocukluk çağı hastalıkları açısından kamu sağlığını önemli ölçüde güven altına alan bir uygulama. Aşılamada yaygınlık oranı arttıkça çocuklarda görülen çocukluk çağı hastalıklarında azalma görülüyor ya da hastalık gerçekleşse bile hastalığın seyri hafif gerçekleşiyor. Aşılamanın reddedildiği durumlarda ise çocukların otizmden daha büyük bir risk altında olduğu uzmanlarca ifade ediliyor.

Otizm Riski Nelere Bağlı?

Bundan yaklaşık 40 yıl önce otizmin ana sebebinin ebeveynlerin ilgisizliği ya da sevgisizliği olduğu düşünülüyordu. Günümüzde bunun doğru olmadığı artık anlaşıldı. Otizmin sebepleri hâlâ tam olarak bilinmese de günümüzde otizm riskinin oluşmasında genel olarak hem genlerin hem de çevresel etmenlerin etkili olduğu kabul ediliyor.

İkizler üzerindeki çalışmalar genlerin otizmde ne derece etkili olduğu konusunda önemli kanıtlar sunuyor. Tek yumurta ikizleri neredeyse %100 oranında aynı genleri taşırken ayrı yumurta ikizlerinde bu oran %50 civarında. Dolayısıyla tek yumurta ikizlerinin her ikisinin de belirli bir hastalığının olması o hastalıkla ilgili genetik bir sebep bulunduğu yönünde önemli bir gösterge sayılıyor. 1970'lerden bu yana ikizler üzerinde yapılan araştırmalar, tek yumurta ikizlerinin ikisinde birden otizm görülme olasılığının çift yumurta ikizlerinin ikisinde birden görülme olasılığından daha fazla


UrsaHoogle / iStock

olduğunu gösterdi. Birkaç sene önce yapılan bir araştırmada, tek yumurta ikizlerinden birinde otizm görüldüyse diğerinde de görülme olasılığı %77 ila %99 iken, çift yumurta ikizlerinde bu oranın %22 ila %65 olduğu gösterildi.

Şimdiye kadar çok sayıda genin otizm ile ilişkili olduğu açıklandı. Günümüzde 100'den fazla genin otizm ile ilişkili olduğu pek çok araştırmacı tarafından kabul ediliyor olsa da bunlar vakaların %20'den azını temsil ediyor. Otizmin kalıtsal bir yanı olduğu bilinse de aile hikâyesinde otizm bulunmayan çocuklarda da genetik mutasyonlarla otizm gelişebiliyor. Ayrıca 35 yaşından sonra çocuk sahibi olanların çocuklarında otizm görülme ihtimali daha fazla oluyor.

Çevresel etmenlerin otizm riski üzerindeki olası etkileri hakkında da çok sayıda araştırma yapılıyor. Şimdilik genel olarak kabul edilmiş çevresel risk faktörleri sadece hamilelik sırasında anne sağlığına ilişkin faktörler olsa da giderek artan sayıda araştırma, otizm riskiyle çeşitli çevresel etmenler arasındaki bağlantılara işaret eden bulgular ortaya koyuyor. Örneğin, son yıllarda yapılan araştırmalarda; beyindeki sinirsel yangı, hamilelik sırasında annede D vitamini eksikliği, hamilelikte annenin parasetamol kullanımı, annede genital uçuk enfeksiyonu, bebeğin doğum ağırlığının düşük olması ve hava kirliliği gibi çok çeşitli çevresel etmenle otizm riski arasında bağlantılar bulundu.


Anusorn Nakdee / iStock

Bağırsak ve Beyin İlişkisinde Otizm Gerçeği

Son yıllarda yapılan araştırmaların sonuçlarına göre, ikinci beyin olarak adlandırılan sindirim sistemi; besinleri sindirmek dışında zihinsel faaliyetleri, ruh hâlini ve davranışları da etkiliyor. Bağırsaklarda çok zengin bir sinir ağının bulunduğu ve bağırsak sinir sisteminin beyin ile karmaşık bir ilişki içinde olduğu biliniyor. Mide ve bağırsaklardaki bakterilerin sayısal dengesizliği depresyonla ve davranış problemleriyle ilişkilendiriliyor.
Yapılan araştırmalar otizmin, sindirim sisteminde başlayan ve sonuçlarını beyinde gösteren bir tablo sergilediğini ortaya koyuyor. Bilimsel veriler her 10 otizmli çocuktan 9'unda iltihabi bağırsak hastalığı (ülseratif kolit), aşırı geçirgen bağırsak sendromu ve reflü gibi ciddi mide ve bağırsak rahatsızlıklarının olduğunu gösteriyor. Ayrıca karın ağrısı, geceleri sık sık uyanma, kronik ishal ve kabızlık gibi şikâyetlerin de bu duruma eşlik ettiği belirtiliyor. Otizmli çocukların sindirim enzimlerindeki işlevsel bozukluk nedeniyle protein, yağ ve şekerlerin sindiriminin aksadığı, sindirime yardımcı mide ve bağırsak sıvılarının yeterince salgılanmadığı, gerekli vitamin, mineral, protein, yağ, şeker ve diğer besinlerin emilerek kana geçmesinin azaldığı, istenmeyen zararlı maddelerin kana karıştığı, bağırsaktaki faydalı

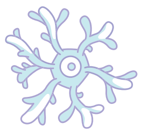
mikroorganizmaların (Lactobacillus, Bifidobacterium, Bacteroides) sayısının azaldığı, hastalık yapan mikroorganizmaların (Candida, Clostridium) sayısının arttığı belirlenmiş. Otizmli çocuklardan alınan idrar ve kan örneklerinde bu zararlı mikroorganizmaların ürettiği zararlı maddeler, enzimler ve metabolik ürünler çok fazla miktarlarda tespit edilmiş.



Her ne kadar bu tür çalışmalar bağırsak mikroflorası ve beyin arasındaki sinirsel bağlantının ve biyolojik ilişkinin varlığını, bunun sonucunda da otizm gibi bazı nörogelişimsel bozuklukların ortaya çıktığını gösterse de bu ilişkinin moleküler mekanizması hakkında henüz kesin bir sonuca varılamıyor. Kesin olarak bağırsak mikroplarının otizmi tetiklediği ve faydalı bakterilerin otizmin belirtilerini hafifleten bir tedavi yöntemi olduğu ispatlanıncaya kadar çalışmaların yoğun bir şekilde devam edeceği bildiriliyor. Otizm genetik ve çevresel faktörlerin karşılıklı etkileşimi sonucu, bireyler arasında çok farklı şekillerde ortaya çıkan karmaşık bir gelişimsel bozukluk olduğu için probiyotik takviyesi her otizmli için evrensel bir tedavi biçimi olmayabilir.

Otizmin Altında Yatan Genetik Faktörler

Pek çok genin ve vücudumuzdaki, özellikle de sinir sistemimizdeki bazı biyolojik süreçlerin otizm spektrum bozukluğunun ortaya çıkmasına neden olduğu biliniyor. Bugüne kadar yapılan çalışmalarda otizm ile ilişkilendirilen yüzden fazla gen bulundu. Yeni

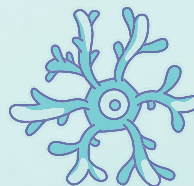


tespit edilen genlerin çoğunun zihinsel ve bilişsel yetersizlikler ile otizm spektrum bozukluğundan sorumlu hücresel işlevlerde ve biyolojik yolaklarda yer aldığı belirtiliyor.

Otizmin birden çok bireyde görüldüğü ailelerde otizme neden olduğu düşünülen risk faktörleri (örneğin hasarlı bir gen ya da kromozom) genelde kalıtsal olabiliyor, tek bireyde görüldüğü ailelerde ise otizm spontane bir şekilde oluşabiliyor. Birçok çalışmada otizmli bireylerde kalıtsal olmayan spontane gen mutasyonları tespit edilmiş. Yapılan genetik çalışmaların sonuçları değerlendirildiğinde genlerdeki mutasyonların otizmli bireylerde görülen davranış bozukluklarına, gen kopya sayısı varyantlarının ise bilişsel problemlere neden olabileceği düşünülüyor. Gen kopya sayısı varyantları, bireyin genomunda bulunan bir genin kopya sayılarındaki farklılıklardan (çoğalma ya da azalma) oluşan genetik karakter özelliklerini ifade eder. Bazı genlerin kopya sayılarında görülen farklılıklar insanlarda genetik çeşitliliğe katkı sağlarken, diğerleri çeşitli hastalıklara yatkınlık ortaya çıkmasına yol açar. Bazen kromozomun bir parçasının kopup kaybolmasıyla kromozom anomalisi denen durum ortaya çıkar. Kopan parçadaki genler eksilerek ciddi genetik hastalıklara veya otizm gibi nörogelişimsel bozukluklara sebep olabilir.

Nataliia Nesterenko / iStock

Otizmin altında yatan genetik faktörlerin mekanizması tam olarak anlaşıldığında hasarlı genlerin oluşmasını önleyecek ya da hasarlı bölgenin tamir edilmesini sağlayacak etkili tedavi yöntemlerinin geliştirilmesi hedefleniyor.





Otizmli Çocukların Yasal Hakları ve Eğitimleri

Tüm çocuklar gibi otizmli çocukların da beslenme, barınma, eğlenme, oyun oynama, ortak sosyal alanları kullanma, tıbbi bakım ve eğitim hakları var. Tüm bu haklar anayasa ve kanunlarla belirlenmiş ve yasal olarak güvence altına alınmış durumda. Ülkemizde otizmli çocukların eğitimi, okullardaki kaynaştırma ve özel eğitim sınıflarının yanı sıra OÇEM'lerde (Otizmli Çocuklar Eğitim Merkezi ve İş Eğitim Merkezleri) yapılıyor.

Yasal düzenlemeler, özel gereksinimleri olan öğrencilerin öncelikle kaynaştırma ortamına yerleştirilmesini, bunun öğrenci yararına olmadığı durumlarda özel sınıfa, özel sınıfın uygun olmadığı durumlarda ise özel eğitim okuluna yerleştirilmesini öngörüyor. Millî Eğitim Bakanlığı bünyesindeki Rehberlik Araştırma Merkezleri tarafından özel gereksinimleri olan öğrencinin hangi eğitim ortamına yerleştirileceğine karar verilirken çocuğun velisinin görüşü de dikkate alınıyor. Ayrıca, konuyla ilgili yönetmeliklerde özellikle kaynaştırma eğitimi alan otizmli öğrenciler için, her okul tarafından bireyselleştirilmiş eğitim programları hazırlanması gerektiği, buna ek olarak öğrencilerin yetersizlik türüne, eğitim performansına ve ihtiyacına göre araç-gereç ve eğitim malzemesi sağlanması, öğretim yöntem ve teknikleri ile ölçme ve değerlendirmede gerekli tedbirlerin alınarak düzenlemeler yapılması gerektiği de belirtiliyor.

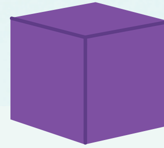
Çözümü Zor Bir Bulmaca

Otizmle ilgili giderek artan yenilikçi bilimsel araştırma yöntemleri ve teknolojileriyle gün geçtikçe derinleşen bilimsel bilgi birikimi, konunun kimi yönlerine açıklık getiriyor. Fakat otizm riskinin daha çok genetik mi, yoksa çevresel kökenli mi olduğu sorusu gibi kimi hususlarda kafa karışıklığına da yol açabiliyor. Her şey bir yana, eldeki tüm bilgilerden çıkarılabilecek tek ortak sonuç otizmin son derece karmaşık bir nörogelişimsel bozukluk olduğu.

Umuyoruz ki önümüzdeki yıllarda bu zor bulmacanın daha fazla parçası çözülüp büyük resim daha iyi görünür hâle gelir ve otizmli bireyler ile aileleri için ümit ışığı yakacak yeni tedavi yöntemleri geliştirilebilir. Otizmli bireylerin en etkili ilacının, hem eğitimde hem de sosyal hayatta fırsat eşitliği çerçevesinde, sevgi, sabır ve



anlayışla yoğrulan ve iyi planlanmış bir özel eğitimle desteklenen bir yaklaşım olduğunu unutmayalım. Otizmli bireyler ancak bu şekilde akranlarının sahip olduğu bilişsel ve sosyal becerileri geliştirerek toplumdaki yerlerini sağlıklı, başarılı ve güvenli bir şekilde alabilir.





Kaynaklar

Özlem Kılıç Ekici, Otizmi Anlamak ve Yaşamak: Karmaşık Bir Gelişimsel Bozukluk, *Bilim ve Teknik,* Mayıs 2011.

Özlem Kılıç Ekici, Bilimsel, Sosyal ve Yasal Yönleriyle Otizm Farkındalığı, *Bilim ve Teknik*, Nisan 2013.

Özlem Kılıç Ekici, Bağırsak ve Beyin İlişkisinde Otizm Gerçeği, *Bilim ve Teknik*, Nisan 2015.

Özlem Kılıç Ekici, Otizm: Bilinenler, Bilinmeyenler ve Yeni Gelişmeler, *Bilim ve Teknik*, Nisan 2017.

İlay Çelik Sezer, Otizm Cephesinde Son Gelişmelere Dair, *Bilim ve Teknik*, Nisan 2021.

Özlem Ak, Pandemi ve Otizmli Bireyler, *Bilim ve Teknik*, Nisan 2022.

Tomoya Hirota, Bryan H. King, Autism Spectrum Disorder, A Review, *JAMA 329(*2):157-168, 2023.

https://www.nature.com/articles/s41588-019-0420-0

http://www.scientificamerican.com/article/gut-bacteria-may-play-a-role-in-autism/

https://covid19asi.saglik.gov.tr/TR-77806/asi-icerikleri.html

https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772528623000043

https://link.springer.com/article/10.1007/s00787-023-02138-3

https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/autism-spectrum-disorders

https://www.cdc.gov/ncbddd/autism/index.html

https://tohumotizm.org.tr/https://www.otizmvakfi.org.tr/#

http://www.odfed.org/otizm/

https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1651023

Sinancan Kara [*btcizgiroman@tubitak.gov.tr*

MUAZZEZ İLMİYE ÇIĞ



























SÜMERLER YAZIYI İCAT EDEN MEDENİYET! MİLATTAN ÖNCE 3300 YILLARINDA MEZOPOTAMYA'DA ÇİVİ YAZISINI GELİŞTİRDİLER. ÖNCE RESİM GİBİYDİ...







...KUŞU, KUŞA BENZEYEN BASİT BİR RESİMLE İFADE ETTİLER. ARDINDAN, DAHA PRATİK OLSUN DİYE, ÇİVİYE GEÇTİLER.

YARIN İSTANBUL'DAKİ KONFERANSTA SON BULGULARIMIZI ANLATACAĞIM KEMAL.

BAŞARILAR MUAZZEZ. İNŞALLAH ÇABUK DÖNERSİN.

FAKAT KEMAL ÇIĞ, MUAZZEZ HANIMIN DÖNMESİNİ BEKLEYEMEDİ, İSTANBUL'A GİTTİ VE ONA EVLENME TEKLİF ETTİ. NİŞANLANAN ÇİFT, 1940 YILINDA, MEZUN OLDUKTAN SONRA EVLENDİ.

YENİ İŞYERİMİZE HOŞ GELDİN HATİCE! İSTANBUL ARKEOLOJİ MÜZESİ!

NASIL TASNİF YAPACAĞIMIZI SANA ANLATTILAR MI? MÜZEDEKİ TABLETLERİ KOPYALAYIP, ÇEVİRİP SONRA DA YAYINLAYACAĞIZ.

BİLMEZ OLUR MUYUM, BEN BAŞLADIM BİLE! GÜN YÜZÜNE ÇIKMAMIŞ SÜMER METİNLERİ BURADA!

ACABA NELER ÇIKACAK?

ŞUNA BİR BAKSANA HATİCE, DOĞRU MU GÖRÜYORUM!

SEMPOZYUMA TÜRKİYE'DEN KATILIYORUM. TARİHTEKİ İLK AŞK ŞİİRİNİ SUNACAĞIM!

NOAH KRAMER İLE ORTAK ÇALIŞMAMIZDAN, BUNDAN 4000 YIL ÖNCE YAZILMIŞ BİR AŞK ŞİİRİ. TABLET, İSTANBUL ARKEOLOJİ MÜZESİNDEDİR. ŞÖYLE DİYOR: "DAMADIM, KALBİMİN SEVGİLİSİ. GÜZELLİĞİN BÜYÜKTÜR, BALDAN TATLI. ASLAN, KALBİMİN KIYMETLİSİ...".

BUNDAN 4-5 BİN YIL ÖNCESİNE BAKTIĞIMIZDA, İNSANLARIN BİZİMKİNE ÇOK BENZER HAYATLAR YAŞADIKLARINI GÖRÜYORUZ. TEK FARK TEKNOLOJİ. BAKIN, BİR BABA OĞLUNA NE YAZMIŞ: "OKULA GİT, ÖĞRETMENİN ÖNÜNDE DUR, ÖDEVİNİ EZBERLE. OKUL ÇANTANI AÇ, AĞABEYİN SENİN İÇİN YENİ TABLET YAZARKEN SEN DE KENDİ TABLETİNİ YAZ!".

MUAZZEZ İLMİYE ÇIĞ VE HATİCE KIZILAY, DÜNYAYA SÜMER MEDENİYETİNİ TANITTILAR. SÜMEROLOJİNİN EN ÖNEMLİ İSMİ SAYILAN NOAH KRAMER, SIK SIK İSTANBUL ARKEOLOJİ MÜZESİNE GELİYORDU.

SON YAYINLARIMIZ BÜYÜK SES GETİRDİ MUAZZEZ HANIM. NE DERSİNİZ, DEVAM EDER MİYİZ?

TABİİ Kİ. İNSANLIĞIN EN ESKİ MEDENİYETLERİNİ AÇIĞA ÇIKARMAYA BAŞLADIK, DURAMAYIZ.

SÜMERLERİN GÜZEL ATASÖZÜNDE DEDİĞİ GİBİ:

BOŞ VAKİT GEÇİRDİN DE NE KAZANDIN?

MUAZZEZ İLMİYE ÇIĞ

1918 BURSA DOĞUMLU SÜMEROLOG. SÜMER MEDENİYETİ DIŞINDA, ESKİ ANADOLU UYGARLIKLARINDAN HİTİTLER VE SÜMERLER GİBİ MEZOPOTAMYA MEDENİYETİ OLAN AKADLAR HAKKINDA ARAŞTIRMALAR YAPTI. BİNLERCE TABLET ÜZERİNDE ÇALIŞTI. İLK KİTABINI 80 YAŞINDA YAZAN VE ŞU AN 105 YAŞINDA OLAN ÇIĞ'IN TOPLAM 24 KİTABI BULUNUYOR. SÜMERCE, AKADCA, HİTİTÇE, ALMANCA, İNGİLİZCE VE FRANSIZCA BİLİYOR. BUGÜN MERSİN'DE YAŞIYOR VE ÇALIŞMALARINI ORADA SÜRDÜRÜYOR.

İnsan Sağlığına Yönelik Küresel ve Sinsi Tehlike

Metabolik Sendrom

İlay Çelik Sezer [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*



Modern yaşamın getirdikleri, beslenme ve hareket etme alışkanlıkları gibi insan sağlığına doğrudan etki eden iki unsur üzerinde büyük bir dönüşüme neden oldu. İnsanlar ortalama olarak giderek artan oranda daha fazla işlenmiş, yüksek kalorili ve düşük lifli gıdalarla beslenirken fiziksel açıdan giderek daha az hareketli bir yaşam sürüyor. Bu durumun kolayca fark edilebilen sonuçlarından biri tüm dünyada obezitenin giderek artması. Ancak bu sonuç buz dağının görünen kısmı sayılabilir. Çünkü tüm dünyada ölüm nedenleri arasında ilk sıralarda yer alan birkaç hastalığın risk faktörleri arasında sayılan bir dizi başka metabolik sorunun obeziteye hayli yüksek bir sıklıkla eşlik etmesi, tıp uzmanlarının giderek daha çok dikkatini çeken bir olgu hâline geldi. Bugün yaygın olarak metabolik sendrom diye adlandırılan bu sağlık sorunları kümesi ilk kez epey eski bir zamanda tanımlanmış olsa da tıp gündeminde özellikle son yıllarda daha çok yer almaya başladı. Tek başına bir hastalık olmaktan çok bir grup sağlık anomalisinin bir arada görüldüğü yüksek riskli bir durum olarak niteleyebileceğimiz metabolik sendrom; yüksek öldürücülük oranına sahip şeker hastalığı, kalp damar hastalıkları ve inme gibi rahatsızlıkların erken habercisi. Bu yüzden teşhis edilmesi vakitlice tedbirler alınmasını ve bu hastalıkların önlenmesini sağlayabilir.

Neirfy / iStock

COVID-19 pandemisi yaklaşık üç yıldır tüm dünyada büyük bir kaygı ve korku kaynağı hâline gelmiş ve dikkatleri bulaşıcı hastalıklardan kaynaklanabilecek olası başka pandemilere çekmiş olsa da bulaşıcı olmayıp tüm insanlığı tehdit eden başka pek çok hastalık var. Örneğin dünyadaki en yaygın ölüm nedenleri listesinde, sırasıyla %16'lık oranla iskemik kalp hastalığı (kalp damar tıkanıklığı), %11'lik oranla inme ve %6'lık oranla kronik obstrüktif akciğer hastalığı olmak üzere bulaşıcı olmayan üç hastalık türü ilk üç sırada yer alıyor. Buna karşılık resmî istatistiklere göre COVID-19'dan kaynaklı toplam ölümlerin oranı %1 civarında. En yaygın ilk üç ölüm nedeninden iskemik kalp hastalığı ile inmenin metabolik sendromla ilişkili olduğu göz önüne alındığında, metabolik sendromun ne kadar önemli bir tıbbi gösterge olduğu daha iyi anlaşılabilir. Hatta kimi tıp uzmanları metabolik sendromu küresel bir epidemi olarak niteliyor.

Kalp ve damar hastalıkları ile Tip 2 diyabet riskini artıran bir belirtiler kümesini temsil eden metabolik sendrom, ölümcül olabilen bu hastalıklar açısından risk altındaki popülasyonun belirlenmesi ve erken bir aşamada önleyici müdahalelerin yapılmasını mümkün kıldığı için tıp gündeminde giderek daha çok önem kazanıyor.

Metabolik sendromla birlikte riski artan hastalıklar hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde morbidite (hastalık oranı) ve mortalite (öldürücülük oranı) açısından en başlarda yer alıyor. Kalp ve damar hastalıkları küresel ölçekte her yıl 17,9 milyon can alarak ölüm nedenleri arasında başı çekiyor. Kalp ve damar hastalıkları; koroner kalp hastalığı, serebrovasküler hastalık ve romatizmal kalp hastalığı gibi kalbi ve damarları ilgilendiren bir grup hastalığın genel adı. Bunlara bağlı her beş ölümden biri kalp krizi ve inme sonucunda gerçekleşiyor. Dahası, kalp ve damar hastalıklarına bağlı ölümlerin üçte biri erken (70 yaş altı) yaşta gerçekleşiyor. Tip 2 diyabet ve buna bağlı böbrek hastalığı da 2019'da 2 milyon ölüme neden oldu. Uluslararası Diyabet Federasyonunun verilerine göre, 2021'de tüm dünyada 536,6 milyon insan, yani yaklaşık olarak her 10 kişiden biri Tip 2 diyabet hastasıydı. Bu sayının 2045'te 783,2 milyona (%12,2) ulaşması bekleniyor.

Metabolik sendrom; Tip 2 diyabet oluşumu riskinde beş kat artışla, uzun vadede kalp ve damar hastalığı gelişimi ile kalp damar hastalıklarına bağlı ölüm riskinde de iki kat artışla ilişkilendiriliyor. Metabolik sendrom; Tip 2 diyabet ve kalp damar hastalıkları riskinin yanı sıra kanser, nörodejeneratif hastalıklar, alkole bağlı olmayan karaciğer yağlanması hastalığı gibi kronik hastalık riskleri; üreme, yağ ve dolaşım bozuklukları ile damar sertleşmesi risklerinin yanında herhangi bir nedenden ölüm riskinde de artışla ilişkilendiriliyor. Metabolik sendromun dünyadaki yetişkin nüfusun %20-25 kadarını etkilediği tahmin ediliyor.



Vchal / iStock


Natalia Shabasheva / iStock

Araştırmalar, metabolik sendromun kırsal alanlarda ya da kabileler hâlinde yaşayan insanlara göre kentsel alanlarda yaşayanlarda, erkeklere kıyasla ise kadınlarda daha sık görüldüğüne işaret ediyor. Tüm epidemiyolojik çalışmalar metabolik sendromun görülme sıklığının yaşla birlikte arttığını gösteriyor. Yaşlanma süreci ile metabolik sendrom ve diyabette benzer biyokimyasal değişimler görüldüğü için bu durum şaşırtıcı bulunmuyor.

Metabolik Sendromun Tanımı ve Kriterleri

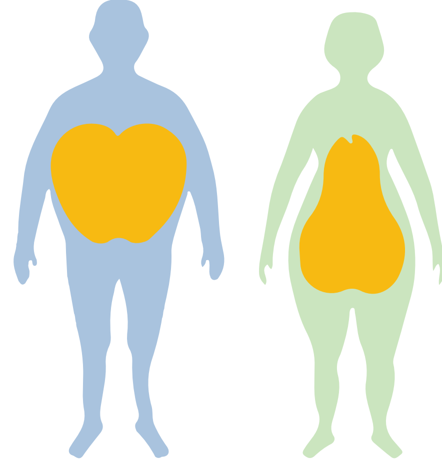
Metabolik sendrom kavramının kökeni yüz yıl kadar önceye dayanıyor. O zamandan bu yana da farklı kişiler ve organizasyonlarca metabolik sendrom tanımı için çeşitli kriterler ortaya konmuş. İsveçli doktor Eskil Kylin 1923 yılında yayımladığı bilimsel bir makalede hiperürisemi (kanda üre fazlalığı), hiperglisemi (kanda yüksek şeker oranı) ve hipertansiyondan (yüksek tansiyon) oluşan bir sağlık sorunları öbeği tanımlamıştı. Ancak Kylin'in bulgularını takip eden olmadı. 1947 yılında Fransız doktor Jean Vague iki farklı çeşit obezite tanımladı: karınsal yağlılık (erkeksi tip) ve alt vücut yağlılığı (kadınsı tip). Vague kardiyovasküler hastalık ve Tip 2 diyabetle ilgili olan obezitenin karınsal yağlılık olduğunu vurguluyordu. ABD'li bilim insanı Gerald Reaven, diyabetle ilgili geleneksel olarak her yıl düzenlenen Banting Seminerleri kapsamında 1988'de yaptığı konuşmada konuyla ilgili betimlemeyi bir adım daha ileri götürerek söz konusu sağlık sorunları öbeğini "X sendromu" diye adlandırdı ve bunun insülin direnciyle ilişkili olduğunu öne sürdü. Hatta Reaven, kavramı sendrom olarak tanımlayan ilk kişi olduğu için metabolik sendrom kavramının babası kabul ediliyor. ABD'li bilim insanı Norman Kaplan da obezite, insüline dayalı olmayan diyabet, yüksek tansiyon ve dislipidemiden (kandaki yağların dengesizliği) oluşan kombinasyonu "ölümcül dörtlü" olarak adlandırmıştı. Metabolik sendrom kavramı yıllar içinde, otorite konumundaki uluslararası ya da ulusal sağlık kuruluşlarının farklı tanım önerileriyle değişimler geçirdi. Ancak 2009'da Uluslararası Diyabet Federasyonu, ABD Ulusal Sağlık Enstitüsü, Uluslararası Ateroskleroz Derneği, Dünya Kalp Federasyonu, Uluslararası Obezite Araştırmaları Derneğinden temsilciler bir araya gelerek metabolik sendrom için standart kabul edilecek bir tanım üzerinde uzlaştılar. Bu tanıma göre yüksek bel çevresi genişliği, kanda yüksek trigliserid seviyesi, düşük HDL (yüksek yoğunluklu lipoprotein) kolesterolü düzeyi, yüksek kan basıncı ve yüksek açlık kan şekeri belirtilerinden en az üçünü gösteren kişilere metabolik sendrom teşhisi konuyor.

Bel Çevresi Genişliği	**Popülasyon ve ülkeye mahsus eşik değerleri**
Kanda Yüksek Trigliserid Seviyesi	**150 mg/dL (1.7 mmol/L)**
Düşük HDL Kolesterolü Düzeyi	**Kadınlarda <50 mg/dL (1.3 mmol/L), Erkeklerde < 40 mg/dL (1.0 mmol/L)**
Yüksek Kan Basıncı	**Sistolik > 130 ve/veya diastolik > 85 mm Hg**
Yüksek Açlık Kan Şekeri	**100 mg/dL**

2009 yılında otorite konumundaki çok sayıda kuruluşun uzlaşımıyla oluşturulan tanıma göre yukarıdaki beş risk faktöründen üçünün bulunması durumunda kişiye metabolik sendrom teşhisi konuyor.

Tanımın bel çevresi genişliği dışındaki bileşenleri için evrensel eşik değerleri belirlenmiş durumda. Farklı ülkelerde ya da bölgelerde yaşayan toplumların anatomik standartları arasında farklar olabildiği için bel çevresi genişliğine ilişkin eşik değerlerinin bölgelere mahsus olması tercih edildi. Bel çevresi ölçümü öncül metabolik sendrom taramaları için faydalı bir araç olarak öneriliyor. Yüksek açlık kan şekeri ya da yüksek kan şekeri tedavisi almak tanımda yer aldığı için bütün diyabet hastaları tanımın bu bileşenine sahip kabul ediliyor. Dahası, çoğu Tip 2 diyabet hastası obez olduğu, pek çoğu da dislipidemi (kan yağlarında dengesizlik) ve yüksek tansiyondan muzdarip olduğu için Tip 2 diyabet hastalarının çoğunluğuna metabolik sendrom atfediliyor.

Bel çevresi genişliği metabolik sendromun göstergelerinden biri kabul ediliyor çünkü bu ölçüt, vücuttaki yağın lokalizasyonu hakkında ipucu veriyor. Araştırmalar "elma biçimli" vücutların karın bölgesinde iç organları da etkileyen tipte bir obezite sergilediğini gösteriyor. Dolayısıyla bu vücut tipi, yağın daha çok deri altında biriktiği "armut biçimli" vücutlara göre daha fazla insülin direnci riski taşıyor. İç organlarda fazladan yağ dokusu bulunması, çoğunlukla hepatosit adı verilen karaciğer hücrelerine yağ sızması olgusuyla birlikte görülüyor. Alkole bağlı olmayan karaciğer yağlanması denilen bu olgu ise siroza ya da karaciğer kanserine dönüşebilen tehlikeli bir fenotip olarak biliniyor. İç organlarda yağ birikmesi insülin direncini yağın deri altında birikmesine göre daha çok artırıyor.



Vücuttaki fazla yağlar elma biçimli obezite tipinde bel seviyesinin üstünde, göbek bölgesinde, armut biçimli obezitede ise bel seviyesinin altında, kalça ve basen bölgelerinde birikmiş durumdadır. Elma biçimli obezite hem deri altı hem de iç organ yağlanması ile ilişkili iken armut biçimli obezite daha ziyade deri altı yağlanma ile ilişkilidir. Metabolik sendrom ve ilgili sağlık sorunları ile daha çok ilişkili olan da elma biçimli, diğer bir adıyla karınsal obezitedir.

Obezite

Obezitenin insülin direnci ve metabolik sendromla ilişkili olduğu bilinen bir gerçek. Bunun haricinde obezitenin yüksek tansiyon, kanda yüksek kolesterol düzeyi, düşük HDL-c (iyi kolesterol) düzeyi ve yüksek kan şekeri düzeyi gibi sağlık sorunlarının ortaya çıkmasında rol oynadığı ve başlı başına daha yüksek kalp damar hastalıkları riskiyle ilişkili olduğu da gösterilmiş. Ayrıca araştırmalar Tip 2 diyabet, koroner kalp hastalığı ve bazı kanser türlerinin de dâhil olduğu bir dizi başka sağlık sorunu şeklindeki ciddi tıbbi sonuçlara ilişkin riskin vücut kitle indeksindeki artışla birlikte yükseldiğini de doğruluyor. Vücuttaki yağ oranının fazla olması anlamına gelen obezite, vücut kitle indeksi adlı bir oranla ölçülüyor. Ancak bel çevresindeki yağ fazlalığına karşılık gelen ve basitçe bel çevresi genişliği ile ölçülen karın obezitesi, metabolik sendrom için daha belirleyici bir gösterge sayılıyor.

Tüm dünyada obezitenin görülme sıklığı, epidemi olarak tanımlanabilecek kadar yüksek düzeylerde ve giderek de artıyor. Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre obezite 1975-2016 yılları arasında üç kat artış gösterdi. 2016'da yetişkin dünya nüfusunun yaklaşık %13'ü (kadınların %15'i ve erkeklerin %11'i) obezdi. Bir zamanlar yüksek gelir düzeyine sahip ülkelerin bir sorunu olarak kabul edilen obezite artık orta ve düşük gelirli ülkelerde de, özellikle kentsel nüfuslarda, artış gösteriyor. Obezitenin 5-19 yaş aralığındaki çocuklar ve ergenlerde görülme oranı ise 1975'te %1'in altında iken 2016'da kızlarda %6 ve erkeklerde %8 gibi çarpıcı oranlara ulaştı.

Yüksek Tansiyon

Yüksek tansiyon metabolik sendromun ana bileşenlerinden biri. Yüksek tansiyon genellikle, metabolik sendromun hayati tehlike arz eden böbrek hasarı ve kalp yetmezliği gibi hastalıkların ortaya çıktığı ileri bir aşamasında teşhis ediliyor. İnsülin direnci ve obezite yüksek tansiyonun başlıca nedeni olarak kabul ediliyor. Obezite ve insülin direnci yüksek tansiyonun gelişiminde hem bağımsız olarak hem de iş birliği içinde rol oynuyor. Normal şartlarda insülinin kan dolaşımına katılması nitrik oksit salgılanmasına ve bunu takiben de vazolidasyona, yani damarlardaki kasların gevşemesi sonucu damarların genişlemesine neden oluyor. İnsülin dirençli kişilerde ise bu durum görülmüyor. Bunun yerine insülin direnci ve onu telafi etmeye çalışan hiperinsülinemi; renin anjiyotensin aldosteron sistemini etkinleştirerek vazokonstriksiyona, yani damarlardaki kasların kasılması sonucu damarların daralmasına ve yüksek tansiyona neden oluyor.

Sendromun Nedenleri ve Mekanizmaları

Metabolik sendromun altında yatan nedenler üzerine çok sayıda araştırma yapılsa da sendromun çok karmaşık olan mekanizmaları henüz tam olarak aydınlatılabilmiş değil. Metabolik sendromun bileşenlerinin ayrı ayrı patolojik mekanizmaları mı temsil ettiği, yoksa bunların birlikte çalışarak ortak bir patolojik mekanizmayı mı ortaya çıkardığı hâlâ tartışma konusu. Metabolik sendromlu insanların yaşam tarzına beslenme düzeni ve fiziksel hareketlilikle ilgili değişimleri içeren müdahaleler uygulanması, sendromun tanımında yer alan risk etmenlerinin aynı anda birden fazlasında kayda değer ölçüde iyileşme sağlıyor. Bu etmenlerin söz konusu yaşam tarzı değişikliklerine birlikte yanıt vermesi bunların birbirinden bağımsız olmadığını ve altta yatan nedenler, mekanizmalar ve özellikler açısından ortaklıklara sahip olması gerektiğini düşündürüyor.


Ivan Balvan / iStock

Sendromun coğrafi dağılımının büyük bir çeşitlilik göstermesi ve önceleri daha çok gelişmiş ülkelerin bir sorunu iken gelişmekte olan ülkelerde de yaygınlaşmaya başlaması fazla kalori alımının ve fiziksel etkinlik eksikliğinin sendromun oluşumunda önemli rol oynadığı yönündeki kanıyı pekiştiriyor. İç organ yağlanmasının metabolik sendromla ilişkili pek çok yolak için birincil tetikleyici olduğu gösterilmiş. Bu da yüksek kalori alımının sendroma yol açan başlıca etmenlerden biri olduğunu gösteriyor.

Metabolik sendromun kendi başına bir mekanizması olup olmadığı henüz üzerinde uzlaşılamamış bir konu olsa da sendromun bileşeni olan etmenlerin birbiriyle benzer patofizyolojik (hastalık fizyolojisine ilişkin) mekanizmalar paylaşmak suretiyle bağlantılı olduğu düşünülüyor. Bu mekanizmaların başlıcaları insülin direnci, aterojenik (damar iç çeperlerinde daralma yapan türden) dislipidemi, iç organ yağlanması, endotel fonksiyon bozukluğu (endotel dokuda damarların daralmasına neden olan bir bozukluk). İnsülin direncinin yanı sıra nörohormonal etkinleşme ve kronik yangının da metabolik sendromun kalp damar hastalığına ve Tip 2 diyabete dönüşümünde başlıca aktörler olduğu üzerinde duruluyor.

İnsülin Direnci

İnsülin kandaki yüksek şeker düzeyine yanıt olarak pankreastaki beta hücreleri tarafından üretilen ve çeşitli dokularda glikoz kullanımını teşvik eden bir hormon.

Kan dolaşımından en çok glikoz çeken ve glikoz kullanımını en çok etkileyen dokular iskelet kası, karaciğer ve adipoz (yağ) dokuları. İnsülinin bu dokular üzerindeki etkilerinin net sonucu; kandan glikoz alımının artması, dolaşımdaki glikoz düzeyinin düşmesi ve glikozun glikojen ve yağ gibi depo moleküllerine dönüşmesi. İnsülin direnci durumunda ise vücuttaki (özellikle karaciğer, iskelet kasları ve yağ dokusundaki) hücreler insüline uygun şekilde yanıt veremiyor. Hücreler insüline dirençli hâle gelince glikoz emilemiyor ve kanda kalıyor. Bu da yüksek kan şekerini düşürebilmek için daha da fazla insülin üretilmesini tetikliyor. Giderek daha fazla miktarda insülin üretilmesi beta hücrelerini zayıflatıyor ve sonunda yıpratıyor. Pankreas yeterli insülin üretememeye başlayınca da hiperglisemi (çok yüksek düzeyde kan şekeri) durumu ortaya çıkıyor ve kişiye Tip 2 diyabet teşhisi konuyor. Daha bu aşamaya gelinmeden önce bile vücut çeşitli şekillerde hasar görmeye başlıyor. Kanda trigliseridlerin artarak insülin hassasiyetini daha da azaltması bu tür hasarlardan. İnsülinin çeşitli biyolojik süreçler üzerindeki etkileri nedeniyle, insülin direncinin ve/veya hiperinsülineminin (insülin direncinden kaynaklı yüksek insülin düzeyi), dolaylı olarak obezite ve Tip 2 diyabet ilintili yüksek tansiyonun oluşumunda rol oynayabileceği ve muhtemelen bu hastalıklarda dislipidemiyi teşvik edebileceği düşünülüyor.


Fcafotodigital / iStock



Aterojenik Dislipidemi

Aterojenik (damarlarda yağ birikintileri oluşturma eğilimi gösteren) dislipideminin ana bulguları; kanda yüksek trigliserid oranları, düşük HDL kolesterolü oranları ve yüksek "küçük yoğun" LDL (düşük yoğunluklu lipoprotein) kolesterolü oranlarıdır. İnsülin direnci birkaç yolla aterojenik dislipidemiye yol açar. İlk olarak, insülin normalde yağ hücreleri olan adipositlerdeki lipolizi (yağların yapı taşlarına ayrıştırılması) baskılar, dolayısıyla insülin sinyalleşmesindeki aksaklıklar lipolizi artırır, bu da serbest yağ asitleri düzeyinde artışa neden olur. Serbest yağ asitleri karaciğerde trigliseridlerin sentezi için substrat (başlangıç molekülü) olarak kullanılır, aynı zamanda apolipoprotein B'nin (apoB) üretimine süreklilik kazandırır. ApoB, çok düşük yoğunluklu lipoprotein (VLDL) parçacıklarının başlıca lipoproteini olduğu için bu durum daha çok VLDL üretimine yol açar. İkincil olarak, insülin normalde PI3K adlı proteine bağlı bir yolakla apoB'nin parçalanmasını tetikler, dolayısıyla insülin direnci VLDL üretimini doğrudan artırır. Üçüncü olarak da insülin, VLDL yıkımının hız dengeleyici başlıca düzenleyicisi olan lipoprotein lipazın etkinliğini düzenler.

Dolayısıyla insülin direncinde hipertrigliseridemi (kanda trigliserid fazlalığı) hem VLDL üretimindeki artışın hem de VLDL yıkımındaki azalmanın sonucunda gerçekleşir. VLDL'lerin metabolize edilmesi sonucunda kalıntı lipoproteinler ile küçük yoğun LDL'ler oluşur. Bunların ikisi de kan damarlarının iç çeperlerinde oluşan yağ temelli birikintilerin (ateroma) oluşumunu tetikler. VLDL'lerdeki trigliseridler de dolaylı olarak HDL parçacıklarında azalmaya neden olur. Yağ moleküllerini damar çeperlerinden dışarı taşıyan ve makrofaj birikimini azaltan HDL parçacıkları, damarların ateroskleroz denen süreçle yağ, kolesterol ya da başka maddelerle tıkanmasını önler, hatta mevcut tıkanıklığı gidermeye yardımcı olur.

İç Organ Yağlanması

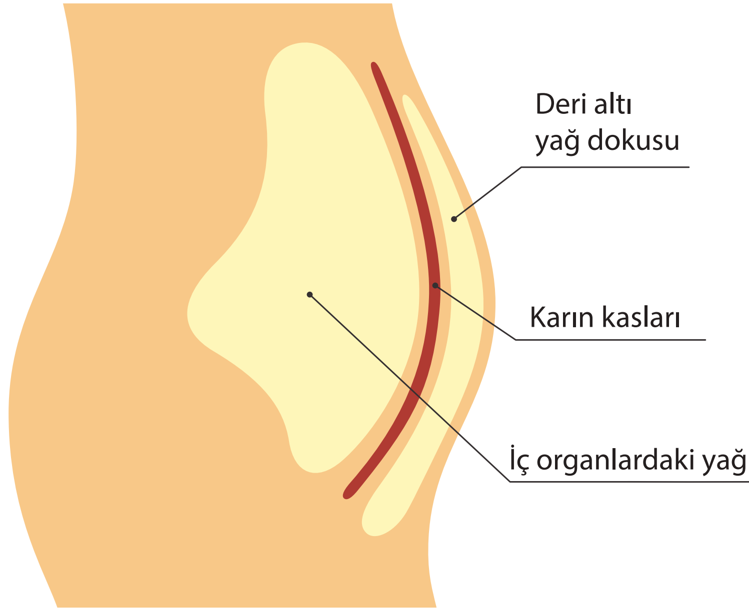
Obezite çeşitli şekillerde metabolik sendromun diğer bütün bileşenleri ile ilişkili. Endokrin organlardan biri sayılan adipoz (yağ) doku, metabolik sendromun oluşumunda kritik rol oynayabilecek maddeler salgılıyor. Karın obezitesine çoğunlukla eşlik eden iç organ yağlanması, insüline bağlı glikoz alımını azalttığı için insülin direnciyle açık şekilde ilişkili. Bu ilişkinin mekanizmalarında muhtemelen adipoz doku tarafından salgılanan ve metabolizma ile damarların işleyişi arasındaki diyaloğu ayarlayan adipokinler rol oynuyor. Bunlar arasında yer alan tümör nekrozis faktör α (TNF-α) ile interlökin-6 (IL-6) adlı proteinler proenflamatuar (yangı tetikleyici) özellik göstererek insülin direncini ve damarlarda işlev bozukluğunu artırıyor. Adipoz dokudaki renin antiojensin sistemi de etkinleşiyor ve yüksek tansiyon ile insülin direncine yol açıyor. Buna karşılık adiponektin, insülin hassasiyeti ile metabolizmayı eşgüdümleyen koruyucu bir adipokin. Ancak obezitede, Tip 2 diyabette ve metabolik sendromda adiponektin düzeyleri düşüyor. Adipokinlere ek olarak iç organ yağlarından salgılanan serbest yağ asitleri ile ara ürün niteliğindeki birtakım biyoaktif (biyolojik etkinlik gösteren) yağ molekülleri de oksidatif stresin artmasına neden oluyor.





Endotel İşlev Bozukluğu

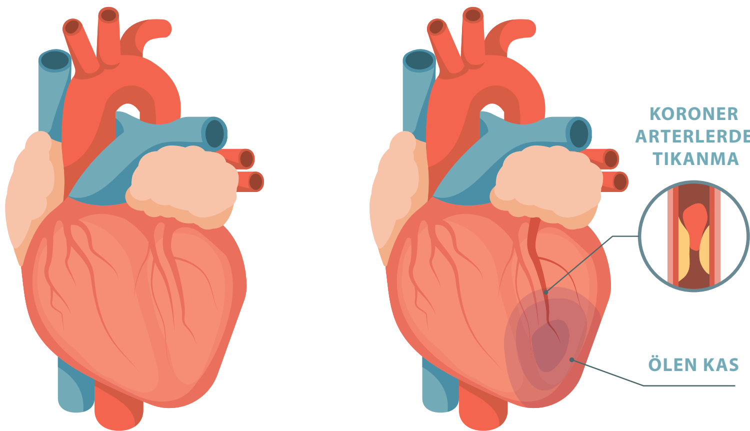
Endotel işlev bozukluğu, metabolik sendromun bileşenleri de dâhil olmak üzere pek çok kalp damar risk faktörü ile aterosklerozun gelişimi arasındaki nihai ortak yolak konumundadır. Endotel hücreler kan damarlarının iç yüzeyini kaplayarak biyolojik

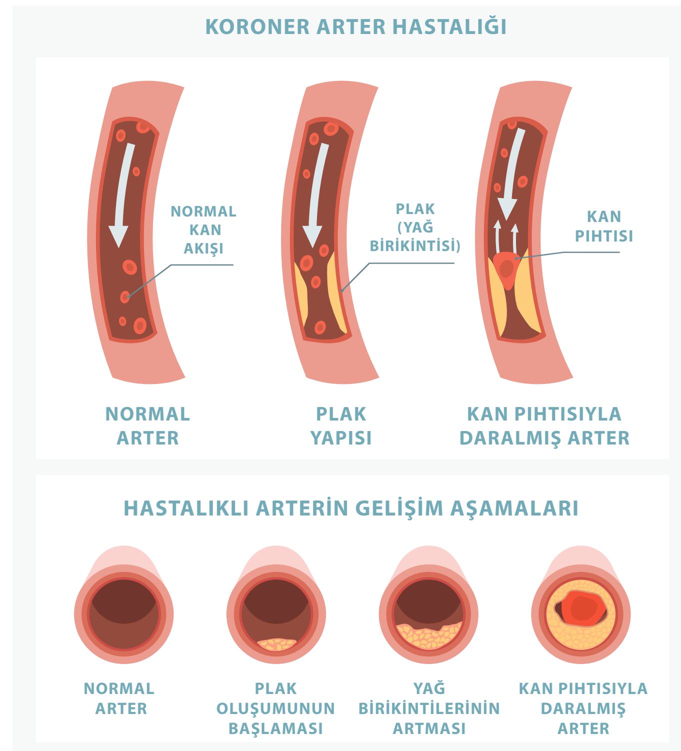


İç organ yağlanmasının metabolik sendromla ilişkili pek çok yolak için birincil tetikleyici olduğu gösterilmiş.

olduğu kadar mekanik açıdan da önemli işlevler görür. Endotelyum (damarların iç yüzeyini kaplayan tek hücre kalınlığındaki endotel hücre tabakası) fizyolojik ve patolojik uyaranları hisseder ve bunlara yanıt verir, ayrıca NO (nitrik oksit), prostasiklin ve endotelin gibi vazoaktif (kan damarları üzerinde etkiye sahip) maddeler üretir. Endotel dokuda hücre adhezyon (tutunma) moleküllerinin üretilmesi; kanda dolaşan lökosit ve monositlerle etkileşimleri yöneterek yangıyı, kan pulcuklarıyla etkileşimleri yöneterek de hemostazi (kanamanın durdurulması) ve trombozu (kan elemanlarının kalp ve damar iç yüzeyine pıhtı halinde yapışması) etkiler. Normal endotel işlevi, aterosklerotik plakların oluşmasını önler. Bu yüzden endotel işlev bozukluğu, aterosklerotik lezyon oluşum mekanizmasının merkezinde yer alır.

Genel olarak betimlemek gerekirse endotel işlev bozukluğu, endotelyumun normal fizyolojik ve koruyucu mekanizmalarını gerçekleştirmede başarısız olması durumudur. Bu durum endotelyumun hasarlı olmasından ya da hiç var olmamasından kaynaklanabilir. Ayrıca endotelyumun normal tepkileri oksidatif stres, hiperglisemi, ileri glikasyon ürünleri (şekerlere maruz kalmanın bir sonucu olarak glikozlanan proteinler veya lipitler), serbest yağ asitleri, yangı tetikleyici sitokinler ve adipokinler gibi faktörlerden olumsuz etkilendiği zaman da ortaya çıkabilir. Endotel işlev bozukluğunun yaygın bir özelliği damar sisteminde NO eksikliğidir. Hem insülin direnci hem de iç organ yağlanması, çeşitli biyokimyasal yolaklar aracılığıyla endotel işlev bozukluğuna yol açar.





Kalbi besleyen atardamarlar olan koroner arterlerin ateroskleroz adı verilen süreçle daralması kalp krizine neden olabilir.

Kronik Yangı

Metabolik sendromda yangısal süreçlerin önemli bir rol oynadığı genel olarak kabul görüyor. Metabolik sendromun nedeni kesin olarak bilinmese de çeşitli göstergeler sendromun bir çeşit kronik yangı hâli olduğuna işaret ediyor. Yangı tetikleyici çeşitli sitokinlerin (örn. Tümör nekrozis faktörü alfa (TNF-α) ve interlökin 1 beta) ve yangıya ilişkin biyoişaretçi moleküllerin (örn. C-reaktif protein) kandaki düzeylerinin artması bu göstergeler arasında. Metabolik sendromda kronik yangıyı tetikleyen etmenlerin belirlenebilmesi için çok sayıda araştırma yapılıyor. Araştırmalar metabolik sendromda yangının başlayabileceği üç ana bölgeyi öne çıkarıyor: karaciğer, ince bağırsak ve adipoz (yağ) depoları. Kronik aşırı kalori alımından (yani ihtiyaçtan fazla besin tüketimi) kaynaklı metabolik stres yanıtları ve bunun sonucunda oluşan hücre ölümlerinin bu bölgelerde yangıyı tetikleyebileceği düşünülüyor. Yangıyı etkinleştirici etki gösteren moleküllerin bir bölgeden salgılanması başka dokularda da yangıyı artırıyor, böylece kronik yangı hâli şiddetleniyor ve genel doku işlevi bozuklukları ya da hasarları artıyor. Dolayısıyla yangı tetikleyicilerinin daha iyi anlaşılması, metabolik sendromla ilintili organ hasarını önlemeye yönelik tanı ve tedavi amaçlı yeni hedefler belirlenmesine yardımcı olabilir.

Metabolik Sendromun Önlenmesi ve Durdurulması

Metabolik sendromun tüm bileşenleri, sağlıksız beslenme, fiziksel hareketsizlik ve düşük fiziksel zindelik gibi yaşam tarzına ilişkin çeşitli etmenlerle bir şekilde ilişkili. Hatta metabolik sendromlu insanlar arasında sağlıksız alışkanlıklar konusunda büyük bir çeşitlilik olsa da prensipte metabolik sendromun sağlıksız bir yaşam tarzı olmaksızın ortaya çıkması pek de mümkün görülmüyor. Öte yandan söz konusu çeşitlilikten dolayı hangi yaşam tarzı alışkanlığının tek başına en önemli olduğunu da tespit etmek zor. Ayrıca beslenmenin ve fiziksel etkinliğin metabolik sendromu tetiklemede ya da önlemedeki işleyiş mekanizmasına ilişkin genellemeler yapmak da zor. İnsanların yaşam tarzları sosyoekonomik ortamlarıyla ilişkili olduğu için pek çok alışkanlık karmaşık kökenlere dayanıyor. Sosyoekonomik statü ile metabolik sendrom görülme sıklığı arasında ters yönde bir ilişki var. Öte yandan yapılan çalışmalar yeterli miktarda fiziksel etkinliğin yanı sıra doymuş yağlardan, tuzdan ve basit şekerlerden kaçınmanın vurgulandığı görece basit yaşam tarzı müdahalelerinin bile metabolik sendromlu insanlara faydalı olduğu ve sendromun tüm bileşenlerinde iyileşme sağladığını gösteriyor. Fiziksel etkinlik ve egzersiz vücudun harcadığı kalorilerin ve enerji dengesinin kilit unsurları. Aslında egzersizin metabolik sendromu önlemedeki faydası anlık kalori yakımını artırmanın da ötesinde. Düzenli egzersiz ve daha fazla fiziksel etkinlik sayesinde kaslarda yapısal değişimler oluyor, kas liflerindeki mitokondrilerin sayısı ve metabolik açıdan faydalı Irisin adlı hormonun salgısı artıyor, kaslarda insülin direnci azalıyor ve bu durum yemek sonrası yağ asitlerinin üretiminden sorumlu hepatik lipojenez sürecini yavaşlatıyor.

Araştırmalar kalp damar hastalıkları riskinde azalmayla ilişkisi uzun zamandır bilinen Akdeniz diyetine dayalı beslenme alışkanlıklarının metabolik sendrom riskini de azalttığını gösteriyor. Yapılan bir araştırmada Akdeniz tipi beslenme düzeninin bireyleri beş yıl boyunca metabolik sendromun her bir bileşenine karşı koruduğu doğrulandı. Bu etkinin Akdeniz diyetinde ağırlıklı olarak yer alan zeytinyağı, balık, tahıllar, sebzeler ve meyvelerin de dâhil olduğu çeşitli bileşenlerin antioksidan ve antienflamatuar (yangı önleyici) özellikleri sayesinde gerçekleştiği düşünülüyor. Uzun soluklu 50 araştırmaya ait sonuçların incelendiği bir çalışmada, Akdeniz diyetine bağlı kalındığı ölçüde metabolik sendrom ve bileşenlerinde gerileme yaşandığı tespit edildi. Predimed adlı kapsamlı araştırmada da yaygın Batı tipi diyete 30 gram kadar zeytinyağı eklemenin bile metabolik sendrom ve yüksek tansiyon görülme sıklığını azalttığı belirlendi.



Monticelllo / iStock

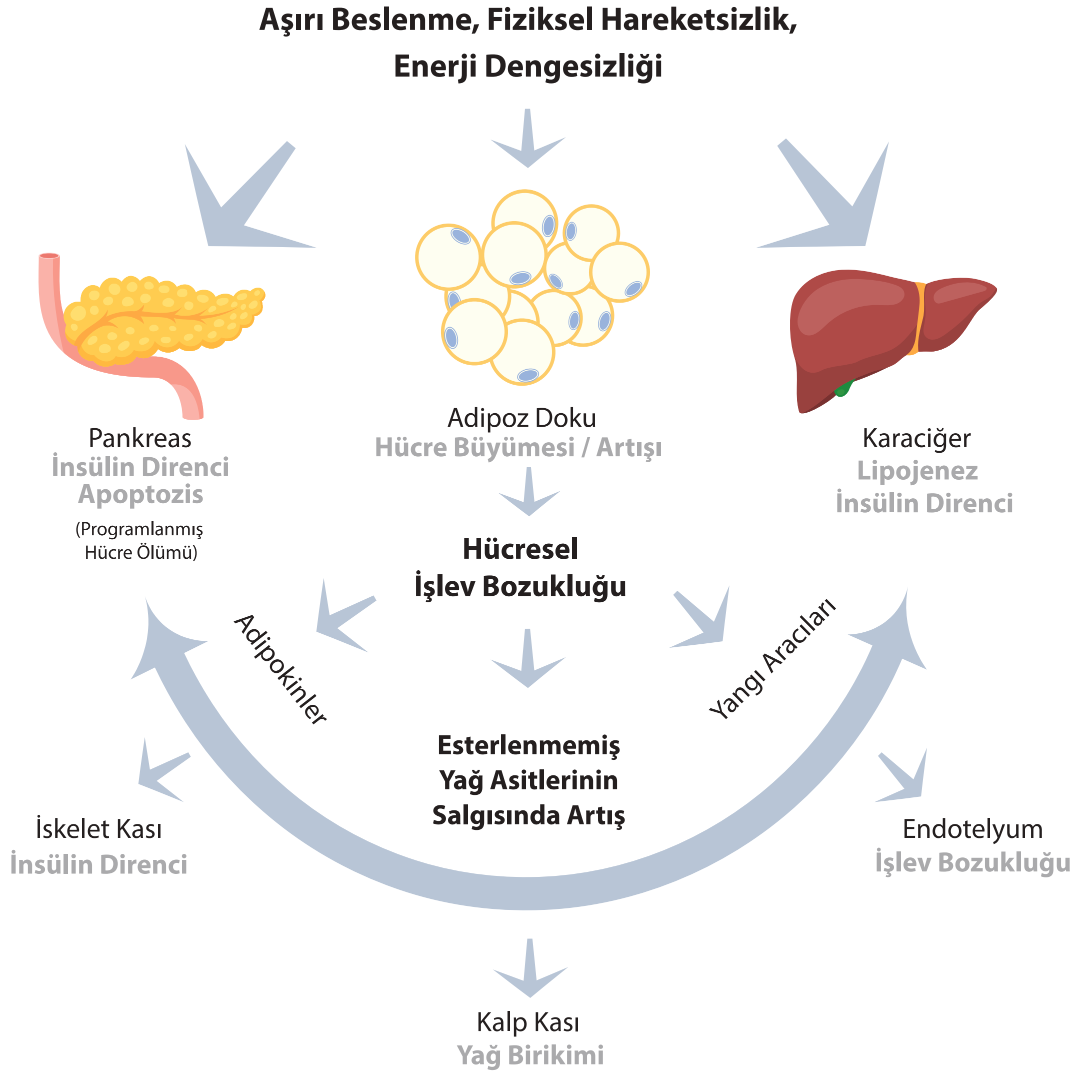
Besinlerdeki polifenollerin metabolik sendrom üzerindeki etkilerine ilişkin kapsamlı bir derleme çalışmasında, görece yüksek dozlarda alındığında pek çok polifenol türünün metabolik sendromun farklı özellikleri üzerinde etkili olduğu gösterildi. Soya izoflavini, turunçgil ürünleri, hesperidin ve kuersetin adlı kimyasalların lipid metabolizmasında olumlu gelişmeler sağladığı; kakao takviyesinin de yüksek tansiyona ve kan şekerine iyi geldiği bulgulandı. Yeşil çayın ise vücut kitle indeksinde ve bel çevresi genişliğinde kayda değer azalma ve yağ metabolizmasında olumlu gelişmeler sağladığı görüldü. Epidemiyolojik araştırmalar ayrıca acı biberlerde bulunan kapsaisin adlı madde bakımından zengin besinlerin tüketilmesinin obezite ve metabolik sendrom görülme sıklığında azalma ile ilişkili olduğunu gösteriyor.

Risk faktörlerine doğrudan müdahale etmenin yanı sıra ilaç tedavileri de metabolik sendrom sonucunda Tip 2 diyabet ve kalp damar hastalığının oluşmasını önlemek için alınabilecek tedbirler arasında. Statinler yardımıyla dislipideminin kontrol altında tutulması, pıhtılaşma riskinin antiplatelet ilaçlar yardımıyla azaltılması ve insülin hassasiyetini artıran ilaçlar yardımıyla diyabet riskinin azaltılması başlıca ilaç müdahalelerinden bazıları. Metabolik sendroma yönelik tek bir ilaç tedavisi bulunmuyor. Mevcut ilaçların niteliği ve birden fazla hastalığın birlikte seyretmesi ise birden fazla ilacın uzun süreli kullanımını gerektiriyor.

Bağırsak Florası

Tip 2 diyabetin gelişiminde besin alımı, genetik yapı ve bağırsak florası arasındaki etkileşimlerin rolü ilgi çekmeye başlayan bir araştırma konusu. Obezite ya da metabolik sendromun özelliklerinden birini taşıyanlarda, örneğin yüksek tansiyon sergileyen yetişkinlerin sindirim yollarında bakteri çeşitliliğinin düşük olduğu, faydalı bakteri soylarının görece eksik ve daha az faydalı bakteri soylarının görece baskın olduğu bulgulandı. Bağırsak florası repertuarı ilk olarak doğumda ve yaşamın ilk yıllarında programlandığı için de bu durum, bebeklerin anne sütüyle beslenmesinden başlamak üzere çocukları ve gençleri sağlıklı beslenmeye teşvik etmenin önemini vurguluyor.

Bu da çeşitli açılardan zorluklar içeren bir tedavi süreci anlamına geliyor. Bu yüzden metabolik sendromun riskinin azaltılmasında ve ilerlemesinin yavaşlatılmasında doğal kaynaklı maddelerin kullanımına yönelik giderek artan bir ilgi var. Bu tür maddelerin kalp damar sağlığı açısından uzun vadeli etkileri henüz bilinmiyor ancak metabolik sendroma yönelik potansiyel faydaları araştırmalara konu olmaya başlamış bile. Temel besin değerlerine ek olarak sağlık açısından faydalar sağlayan besin takviyeleri arasında yer alan birtakım bitki özleri, baharatlar, otlar ve esansiyel yağlar gibi kimi doğal ürünlerin metabolik sendromlu hastalar için faydalı olabilecek etkilerinin bulunduğu bilimsel araştırmalarla gösterilmiş. Zerdeçal, sarımsak, tarçın, Rhizoma coptidis adlı bitkinin kökü, tespih ağacı yağı, kimyon, çemen otu, kakule, zencefil, üzüm, soğan, balık yağı ve brokoli gibi ürünler bunlardan en öne çıkanlar arasında. Ancak faydaları hâlen araştırılan bu ürünlerin kullanımının ilaç tedavilerinin yerine geçemeyeceği de uzmanlar tarafından vurgulanıyor.



Obezite ile metabolik rahatsızlıkların gelişmesi arasındaki bağlantıyı kuran en önemli etmen, karın obezitesine sahip hastalarda karın bölgesindeki adipositlerden (yağ hücreleri) esterlenmemiş yağ asitlerinin salgılanmasının artması. Esterlenmemiş yağ asitleri glikozla etkin şekilde yarıştığı için bunların yüksek düzeyde bulunması, glikoz oksidasyonunu engelliyor ve insülin salgısını azaltarak insülin direncini tetikliyor.

Sendromda Genler de Etkili

Araştırmalar genlerin de metabolik sendromda bir rolü olabileceğini gösteriyor. İkizler ve aileler üzerinde yapılan araştırmalar metabolik sendrom bileşenlerinin bir araya gelmesinde genetik etmenlerin etkili olabileceği yönünde bulgular ortaya koyuyor. Genomda metabolik sendromun bileşeni olan özelliklerle ilişkili yüzlerce genetik işaretçi (belirli bir biyolojik özelliğin belirli bir genle ilişkisinin kurulmasını sağlayan işaretçi DNA dizisi) bulunuyor. Metabolik sendroma yönelik genetik yatkınlık; adipoz doku, insülin sinyalleşme yolakları ve sendromun ayrı ayrı bileşenlerinin düzenlenme mekanizmaları gibi çeşitli seviyelerde ortaya çıkabiliyor. Ancak metabolik sendromu bütün olarak temsil eden bir genetik özellik henüz tanımlanabilmiş değil. Dolayısıyla görünüşe göre sendromun her bir bileşeni kendi genetik arka planına sahip. İsveç'te yapılan Malmö Preventive Project adlı araştırmada, bilinen 17 genetik varyasyon, 23 yıl boyunca takip edilen ve başlangıçta hiçbiri diyabet hastası olmayan geniş bir örneklem grubunda incelendi. Araştırmada incelenen genetik varyasyonların hiçbiri metabolik sendromun ikiden fazla bileşeni ile ilişkilendirilemedi. Daha sonra aynı yaklaşımla yapılan bazı araştırmalarda da benzer sonuçlara ulaşıldı. Metabolik sendromun patolojik işleyişine ilişkin genetik varyasyonların pek çoğu glikoz metabolizması ya da yağ metabolizması ile ilişkili ise de sendromu bütün olarak temsil ettiği bilinen belirli bir genetik yapı bulunmuyor. Klinik uygulamalarda sendromun veya sendrom riskinin belirlenmesine yardımcı olabilecek genetik işaretçiler de tespit edilemedi.

Acil İlgi Bekleyen Küresel Bir Halk Sağlığı Sorunu

Bilindiği kadarıyla metabolik sendromun bileşenlerinin ayrı ayrı patolojileri birbirinden tamamen bağımsız değil. Bileşenlerin patolojik süreçlerinin birbirlerini etkilediği noktalar olduğu biliniyor. Bu da sendromun mekanizmasını daha da karmaşık hâle getiriyor ve neden sonuç ilişkilerinin anlaşılmasını zorlaştırıyor. Ayrıca sendromun oluşumunda genetik, çevresel ve yaşam tarzı ilintili çok sayıda faktörün rol oynaması da neden sonuç ilişkilerinin anlaşılmasını zorlaştıran bir başka husus. Öte yandan metabolik sendromun tüm dünyada standart olarak kullanılabilecek bir tanımının yapılmış olması, gerek yapılan araştırmalarda elde edilen sonuçları birbirinin üzerine inşa edilebilmek gerekse kamuoyunun metabolik sendrom konusunda farkındalık kazanması ve önleyici halk sağlığı çalışmalarının ilerletilebilmesi açısından olumlu bir durum. Metabolik sendromun Tip 2 diyabet ve kalp damar hastalıklarının epidemi ölçüsünde yaygınlaşmasına yol açan bir durum olduğu dikkate alındığında, metabolik sendromlu kişileri vakitlice belirleyerek diyabet ve kalp damar hastalıklarının gelişmesini önleyebilecek yaşam tarzı ilintili müdahalelerle tıbbi tedavilerin uygulanması, hem insanların yaşam süresi ve kalitesi açısından hem de ekonomik açıdan faydalı olacaktır.

Tüm dünyada sağlıksız beslenme şekillerinin ve daha hareketsiz yaşam tarzının hızla yaygınlaşması sonucunda obezitenin de hızla arttığı biliniyor. Bu durum biraz da fazla kiloluluk ve obezitenin toplumlarda biraz normal bir durum olarak algılanmaya başlaması sonucunu da doğuruyor. Bu da metabolik sendromla mücadele açısından olumsuz bir durum. Oysa metabolik sendromun obezite ile yüksek korelasyonu, obezite sınırlarına ulaşan bir insanın geç olmadan, âdeta midesi ağrıdığında doktora görünmesi ya da dişi ağrıdığında diş hekimine başvurmasına benzer şekilde, sağlık profesyonellerine başvurması gerektiğini düşündürüyor. Dolayısıyla metabolik sendromla mücadelenin en önemli ayağı, görünüşe göre, kamuoyunda farkındalık oluşturmak. Dünyada tahminen her 4-5 yetişkinden birinin metabolik sendromlu olduğu göz önüne alındığında, dünya çapında belki de dolaylı olarak en çok insanın ölmesine yol açan bu sendromun hem ulusal hem de uluslararası otoriteler tarafından sağlık gündeminde en ön sıralarda ele alınması gerekiyor. ■


Margouillatphotos / iStock

Kaynaklar

Mendrick, D.L. ve ark., "Metabolic Syndrome and Associated Diseases: From the Bench to the Clinic", Toxicological Sciences, 162(1), 36-42, 2017.
Nilsson, P.M., Tuomilehto, J., Rydén, L., "The metabolic syndrome - What is it and how should it be managed?", European Journal of Preventive Cardiology, Cilt 26(2S), 33-46, 2019.
Rochlani, Y. ve ark., "Metabolic syndrome: pathophysiology, management, and modulation by natural compounds", Therapeutic Advances in Cardiovascular Disease, Cilt 11(8), 215-225, 2017.
Huang, P.L., "A comprehensive definition for metabolic syndrome", Disease Models & Mechanisms, 2, 231-237, 2009.
O'Neill, S., O'Driscoll, L., "Metabolic syndrome: a closer look at the growing epidemic and its associated pathologies", Obesity Reviews, 16, 1-12, 2015.
Fahed, G. Ve ark., "Metabolic Syndrome: Updates on Pathophysiology and Management in 2021", International Journal of Molecular Sciences, 23, 786, 2022.
Castro-Barquero, S. Ve ark., "Dietary Strategies for Metabolic Syndrome: A Comprehensive Review", Nutrients, 12, 2983, 2020.
Rana, S. ve ark., "Metabolic syndrome and underlying genetic determinants-A systematic review", Journal of Diabetes & Metabolic Disorders, Cilt 21, 1095–1104, 2022.
Saklayen, M. G., "The Global Epidemic of the Metabolic Syndrome", Current Hypertension Reports, 20: 12, 2018.
Gesteiro, E. Ve ark., "Early identification of metabolic syndrome risk: A review of reviews and proposal for defining pre-metabolic syndrome status", Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases, 31, 2557-2574, 2021.
Grundy, S.M., "Metabolic Syndrome Pandemic", Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology, 28(4):629-36, 2008.
"The IDF Consensus Worldwide De¬finition of the Metabolic Syndrome", ©International Diabetes Federation, 2006.
https://www.idf.org/component/attachments/attachments.html?id=705&task=download
https://www.metabolic-syndrome.de/fileadmin/promo-toolbox/Flyers_in_English/820110_Flyer_Metabolic_Syndrome/ENG_Flyer_A4_820110_Metabolic_Syndrome_180119_final.pdf?_=1518780656
https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight

Fcafotodigital / iStock

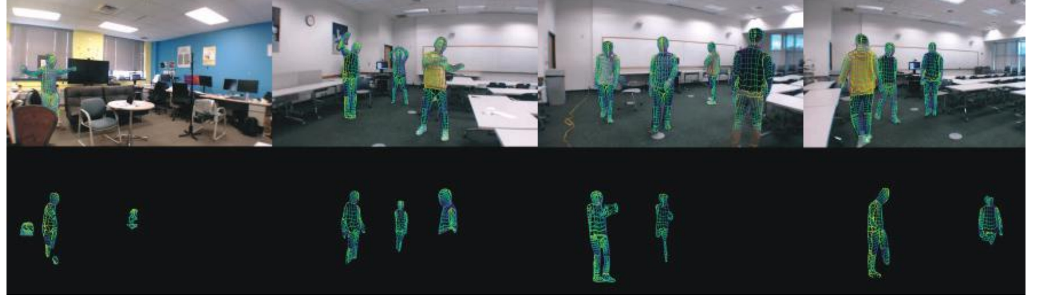
Gürkan Caner Birer [*teknoyasam@tubitak.gov.tr*

Köprülerin Sağlamlığı Cep Telefonuyla Ölçülüyor

Köprülerin sağlam ve güvenli olması hayati önem taşırken dayanaklılığını ölçmek hayli zordur. Bu konuda çalışmalar yapan West Point Military Academy ve diğer üniversitelerden araştırmacılar, akıllı telefonların köprü güvenliğinin izlenmesinde kullanılabileceğini ortaya koydu. Söz konusu projede, köprülerden geçen araçlarda bulunan akıllı telefonların ivme ölçer verilerinin bir uygulama aracılığıyla toplanarak köprüdeki yapısal değişimlerin takip edilebileceği görüldü. Golden Gate Köprüsü ve İtalya'daki bir betonarme köprü üzerinde yapılan ölçümlerde, geleneksel olarak köprü izlemede kullanılan 240 sabit sensörün yerine sadece iki akıllı telefonun kullanılabileceği görüldü. Birçok köprü, üzerlerine kurulu sensörler aracılığıyla düzenli olarak izleniyor ve belli aralıklarla fiziksel gözlemlerle de denetleniyor. Ancak bu sensör ve işlemler hayli maliyetli. Buna bütçesi olmayan şehirler için basit bir uygulamayla yapılabilecek testler hayat kurtarıcı olabilir. Geçtiğimiz günlerde Hindistan'ın Gujarat bölgesinde yıkılan bir köprüde 135 kişi hayatını kaybetmişti. Bu tür kazalar dikkate alındığında köprülerin daha uzun süre dayanabilmesi için bakım ekiplerine zamanında müdahale edebilme imkânı sağlayan söz konusu projenin önemi daha da iyi anlaşılıyor.

https://bit.ly/kopru-app

WiFi ile Duvarın Arkasını Görmek



Carnegie Mellon Üniversitesinden Jiaqi Geng, Dong Huang ve Fernando De la Torre adlı araştırmacılar derin sinir ağları kullanarak WiFi sinyallerinin işlenmesiyle kişileri görmeden sanal modellerini oluşturmayı sağlayan bir çalışma gerçekleştirdiler. 2013'te, Massachusetts Institute of Technology'deki bir grup mühendis, WiFi sinyallerinin bina içindeki bir kişinin varlığını tespit etmek için kullanılabileceğini ortaya koymuştu. DensePose olarak bilinen bu yöntem, kablosuz ağ sinyallerinin uzun süreli izlenmesiyle, sinyallerin bir kişinin vücudu tarafından engellendiği yerlerin tespit edilmesine dayanıyor. Bu bilginin analiz edilmesiyle kişilerin sanal görüntüleri çöp adam şeklinde oluşturulabiliyordu. Söz konusu yeni çalışmadaysa sinir ağları kullanılarak insanlar 24 alt kısma ayrılarak takip edildi. Böylece çöp adam yerine daha gerçekçi sanal modeller oluşturuldu ve gerçek zamanlı olarak birden fazla kişinin hareketinin takip edilmesi mümkün hâle geldi. "Görevimiz Tehlike" filmlerinden fırlamış gibi görünen teknolojiyi geliştiren bilim insanları, bu teknolojinin kamera kullanmadan evde bakıma muhtaç yaşlı insanların takip edilmesi ve acil durumlarda yakınlarına bilgi verilmesi gibi amaçlarla kullanılabileceğini düşünüyorlar. Kamera kullanılmadığı için mahremiyetin korunması amaçlansa da bu teknolojinin tam tersine kötü amaçlarla da kullanılması mümkün görünüyor.

–

https://arxiv.org/pdf/2301.00250.pdf

Biyolojik Bilgisayar

Johns Hopkins Üniversitesinde Prof. Dr. Thomas Hartung liderliğinde yapılan bir araştırmada, "beyin organoidleri" adı verilen ve gelecekte güçlü bir "biyobilgisayar" olarak kullanılabileceği düşünülen biyolojik işlemciler geliştirildi. Laboratuvarda büyütülen organoidler, yapay zekâ modellerinin bile zorlandığı öğrenme, bilgi saklama ve karar verme gibi işlemleri gerçekleştirebilir. Proje, bilgisayarlar veya diğer yapay zekâ sistemlerinde kullanılan geleneksel yongatabanlı işlemciler yerine, insan beynindeki nöronlarla benzer şekilde çalışan "organoid" adı verilen insan beyin dokusunun kullanılması fikrine dayanıyor. Bu organoidler, laboratuvar ortamında yetiştirilen insan cilt hücrelerinden elde ediliyor. Organoidlerin birleştirilerek, insan beynindeki nöron ağlarına benzer bir yapıya sahip bir biyobilgisayar oluşturmak için kullanılabileceği düşünülüyor. Biyobilgisayar, daha az enerji harcaması ve daha karmaşık problemleri çözmede kullanılabilmesi özelliğiyle geleneksel bilgisayarlardan daha yüksek performans gösterebilir. Ancak bunun için organoidlerin daha da geliştirilmesi ve insan beynine yakın bir boyuta ulaşması gerekiyor. Fikir olarak kulağa hoş gelse de organoidlerin gelecekte bir bilgisayara dönüşmesi, etik ve bilinç sorunlarını da beraberinde getirebilir.



–

https://bit.ly/3ZLuOXA



Robot Komutan

Robot askerler bilim kurgu filmlerinde sıkça yer bulur ancak gerçek dünyada robot komutanlar daha gerçekçi bir senaryo olarak karşımıza çıkabilir gibi görünüyor. Monash Üniversitesi Felsefe Profesörü Robert Sparrow ve University of Twente'den Dr. Adam Henschke tarafından yayımlanan bir makalede, yapay zekânın kontrolü altındaki insanların, savaşta insanlar tarafından kontrol edilen robot ekiplerini yenebileceği savunuluyor. Yapay zekâ kontrolündeki robotların savaşan insanların fiziksel fonksiyonlarını taklit etmede daha az yetenekli olduklarını ve yapay zekâ araştırmalarının robotik alandaki çalışmalardan daha hızlı ilerlediğini vurgulayan araştırmacılar, savaşlarda bilgisayar sistemlerinin komutasında savaşan insanları görmenin çok daha olası olduğunu belirtiyor.

Savunma sanayi yazılım alım ilanlarına bakıldığında "yapay zekâ özellikli hedef tespit algoritmaları", "makine destekli görev planlaması", "yapay zekâ taktik tahminleri" ve "yapay zekâ özellikli dijital savaş alanı asistanı" gibi sistemlerin talep edildiği görülüyor. Bu ibareler yapay zekânın bir asistan veya danışman olarak hareket edeceğini ima etse de yapay zekânın bu rollerle uzun süre sınırlı kalacağına inanmak güç. Yapay zekâ kullanımıyla savaşın temposu hızlandığında ve insanlar için etkili karar verme süresi kısaldığında, orduların birçok kararı yapay zekâya bırakmak dışında seçeneği kalmayabilir.

Elbette bu fikir beraberinde birçok etik soruyu da getiriyor. Yapay zekâ karar verirken komutasındaki insanları mı yoksa savaşın sonucunu mu daha çok önemser, insanlardan gelen geri bildirimleri ne kadar dikkate alır, sorumluluk kime aittir gibi soruların da tartışılması gerekiyor.

–

https://bit.ly/robot-komutan

Worldcoin: Gerçekte Kimsin?

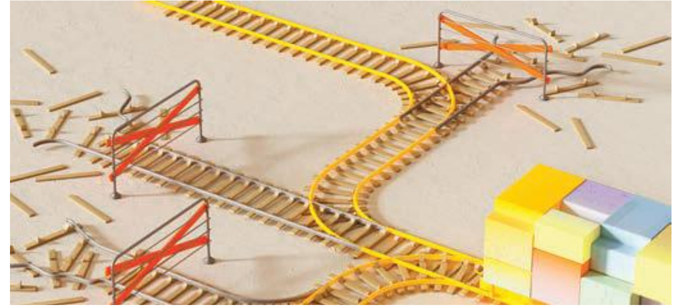


ChatGPT'nin geliştiricisi OpenAI CEO'su Sam Altman tarafından kurulan Worldcoin, kişilerin gerçek kimliklerinin dijital olarak kanıtlanabileceği global bir kimlik veri bankası oluşturmayı hedefliyor. Şu an hâlâ test aşamasında olan sistemi kullanmak isteyen kişiler Worldcoin uygulamasını indirip uygulamanın sağladığı özel optik sistemli bir küre ile iris taraması yaparak sisteme kaydoluyor ve kimliklerini doğruluyorlar. Böylece dijital olarak gerçek kimliklerini kanıtlayabilir hâle geliyorlar. Worldcoin, günümüzde yaşanan birçok sorunun kaynağı olan sahte sanal kimliklerin doğrulanması konusunda devrim yaratabilecek bir proje olarak öne çıkıyor. Özellikle sosyal medya platformlarında kullanılan sahte hesaplar, yanlış bilgilerin yayılmasına ve toplumsal sorunların artmasına neden olabiliyor. Bugün bile durum böyleyken insan gibi konuşabilen ChatGPT benzeri yapay zekâ araçlarının yaygınlaşmasıyla iletişim kurduğunuz kişinin gerçekten insan olup olmadığını veya gerçek kimliğini anlamak neredeyse imkânsız hâle gelebilir. 125,5 milyon dolar yatırım alan projede bir sonraki aşama, kendi dijital para birimini oluşturmak ve kullanıcılarının geleneksel para birimlerini ve dijital varlıklarını Worldcoin uygulaması üzerinden alıp satabilmelerini ve birbirine aktarabilmelerini sağlamak. Ancak biyometrik verileri toplayan yeni bir girişimin kullanıcı gizliliğini gerçekten güvence altına alıp alamayacağı büyük bir soru işareti. Worldcoin, sahte kimliklerin ortadan kalkması ve gerçek insanların kimliklerinin doğrulanması için önemli bir adım olarak karşımıza çıksa da uygulamanın nasıl kullanılacağı ve özellikle kişisel verilerin güvenliği konusunda endişeler de doğuruyor.

–

https://tcrn.ch/3F566JZ

Avrupa Birliği Yapay Zekâda Geriye Düşmek İstemiyor



Yapay zekâ iş süreçlerinde verimliliği ve inovasyonu artırarak birçok fayda sağlayabilir. Ancak güvenlik ve etik bakımından ortaya çıkan sorunlar, bu teknolojinin dünya genelinde kabul görmesini engelleyebilir. Avrupa Birliği yapay zekânın geliştirilmesi ve kullanımının desteklenmesi için güvenilir ve etik yöntemlerin benimsenmesi gerektiğini savunuyor. Bu nedenle, sektörel yapay zekâ test ve deneyim merkezleri kurularak, Avrupa'da yapay zekâ geliştiricilerine ve teknoloji sağlayıcılarına güvenli bir ortamda test yapma imkânı sağlanacak. Bu merkezlerin Avrupa'nın yapay zekâ alanında geriye düşmemesi ve güvenilir yapay zekânın geliştirilmesi için faydalı olması bekleniyor. Dijital Avrupa Programı kapsamında kurulacak olan bu merkezler öncelikli olarak üretim, sağlık, tarım-gıda, akıllı şehirler ve topluluklar gibi toplumu derinden etkileyen sektörlere yönelik faaliyet gösterecek. Bu yolla, teknoloji firmalarının geliştirdiği en son yapay zekâ tabanlı yazılım/donanım teknolojilerinin gerçek dünyada test edilmesinin sağlanması hedefleniyor. Avrupa genelinde tüm teknoloji sağlayıcılarına açık olacak bu merkezler Avrupa Komisyonu ile üye devletler tarafından ortaklaşa finanse edilecek.

–

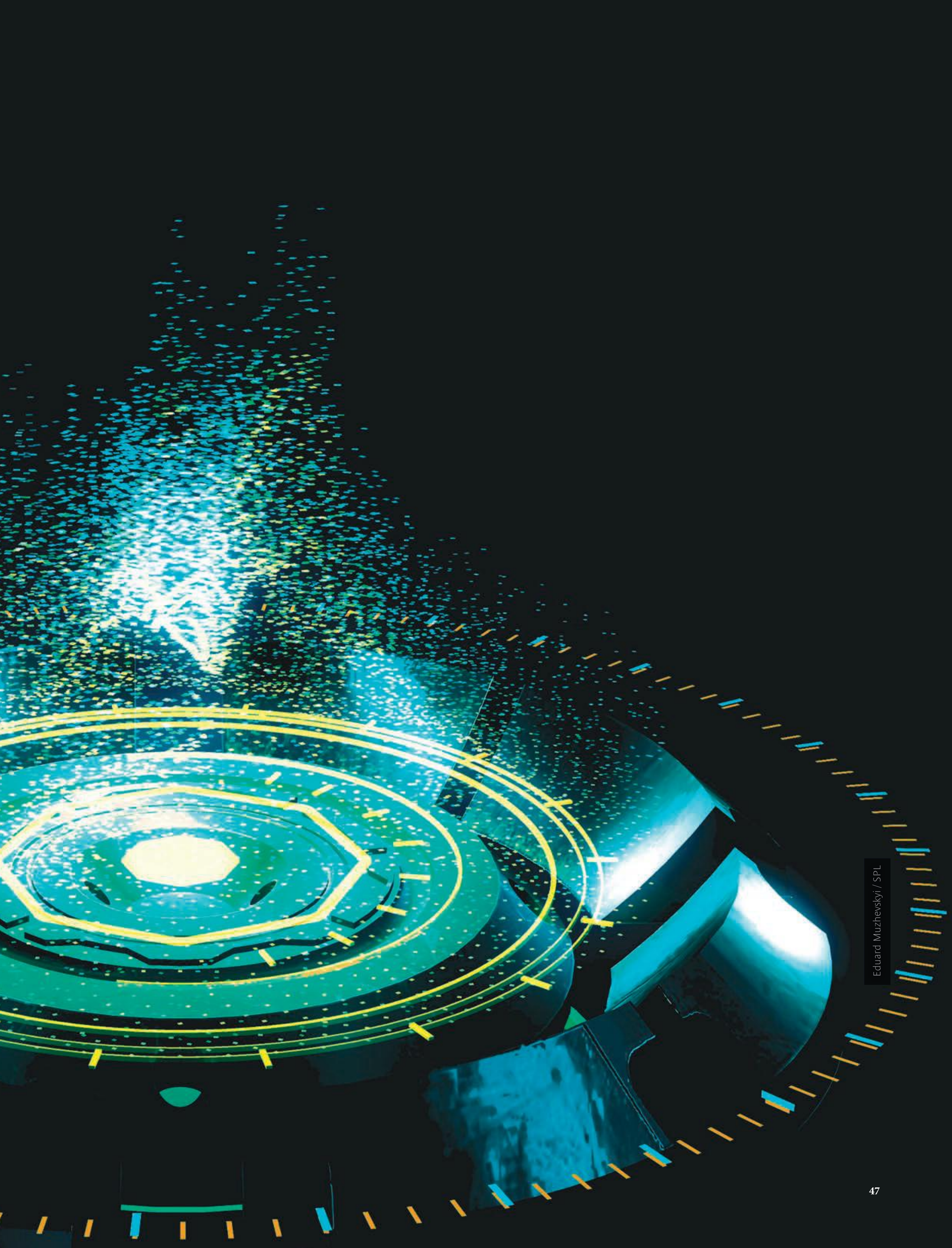
https://bit.ly/ab-tef

Evren Bir Hologram mı?

Dr. Mahir E. Ocak [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

İki boyutlu yüzeylerde kodlanmış bilgilerin üç boyutlu hologramları ortaya çıkarmasına benzer biçimde gözlemlediğimiz dört boyutlu uzayzaman da daha düşük boyutlu bir gerçeklikten kaynaklanıyor olabilir mi?

Holografik ilkeyi ortaya atan, Nobel ödüllü, Hollandalı fizikçi Gerard 't Hooft, kara deliklerin termodinamiği üzerine yapılan çalışmaların sonuçlarından esinlenmişti. Önce evrenin aslında bir hologram olabileceği düşüncesinin nasıl ortaya çıktığına göz atalım. Daha sonra da holografik ilkeden esinlenerek yapılan kuramsal çalışmalara kısaca değinelim.


Eduard Muzhevskyi / SPL

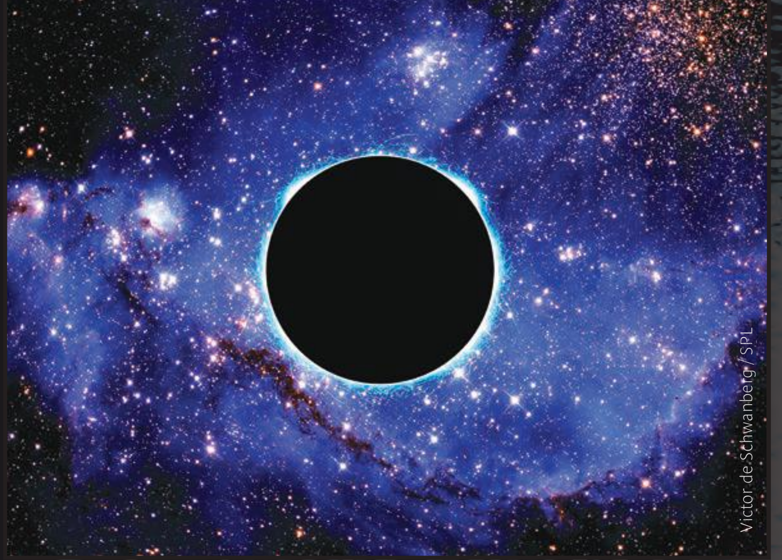
Kara Delikler ve Entropi

Entropi sıklıkla düzensizliğin bir ölçüsü olarak ifade edilir. Termodinamiğin ikinci yasası, kendiliğinden gerçekleşen süreçlerde entropinin hiçbir zaman azalmayacağını söyler. Bu temel yasayı kara deliklere uygulamaya kalktığımızda ise bir sorunla karşılaşırız.

Kara deliklerin varlığı, genel görelilik kuramının sonuçlarındandır. Bu gök cisimlerini diğer gök cisimlerinden ayıran en önemli özellikleri, etraflarında kurtulma hızının ışık hızına eşit olduğu bir "olay ufku" bulunmasıdır. Klasik kuram, bu hayali yüzeyi geçip kara deliğin içine düşen bir cismin, ışıktan daha hızlı hareket etmesi mümkün olmadığı için, bir daha geri çıkamayacağını söyler.

Yıldızlar veya gezegenler gibi çok sayıda parçacık içeren, karmaşık yapılı gök cisimlerinin fiziksel durumlarını tam olarak ifade etmek, hatta belirlemek çok zordur. Kara deliklerse hayli basit gök cisimleridir. Bir kara deliğin tüm fiziksel özelliklerini belirlemek için üç şeyin tespit edilmesi yeterlidir: kara deliğin kütlesi, açısal momentumu ve elektriksel yükü. Kara delikler, tüm özelliklerinin sadece birkaç sayı ile ifade edilebilmesi bakımından temel parçacıklara benzer.

Söz konusu termodinamiğin ikinci yasası olduğunda kara deliklerle ilgili şöyle bir sorunla karşılaşırız. Bir kara delik ve bu kara deliğin etrafında dolanan gaz ve toz bulutu olsun. Düzensiz yapıdaki gaz ve toz bulutundaki maddeler kara deliğin içine düştükçe sistemin toplam entropisi azalmaz mı? Tüm özellikleri sadece birkaç sayı ile ifade edilebilen bir kara deliğin, kendiliğinden gerçekleşen bir süreçte yüksek entropili maddeleri yutarak yok etmesi termodinamiğin ikinci yasasının ihlali değil midir? Bu sorunu iki şekilde çözebilirsiniz: Termodinamiğin ikinci yasasının genel geçer olmadığını; tüm fiziksel süreçlerde değil, sadece belirli süreçlerde doğru olduğunu kabul edebilirsiniz veya kara deliklerin de entropisi olduğunu öne sürüp bu entropinin nasıl ifade edilebileceğini bulmaya çalışırsınız. Fizikçiler ikinci yolu seçip "termodinamiğin genelleştirilmiş ikinci yasası"nı formüle ettiler.


Victor de Schwanberg / SPL

Jacob Bekenstein kara delik mekaniği yasaları ile termodinamik yasaları arasındaki benzerlikten esinlenerek 1972 yılında kara delikler ile ilgili çeşitli düşünceler öne sürdü. Kara delik mekaniğinde dört temel yasa vardır. Sıfırıncı yasa, durağan bir kara deliğin olay ufkunun her noktasındaki kütle çekiminin aynı olduğunu söyler. Birinci yasa enerjinin korunumunu matematiksel olarak ifade eder. İkinci yasa olay ufkunun alanının zaman içinde sürekli artacağını söyler. Üçüncü yasa ise kara deliğin olay ufkunda kütle çekiminin sıfır olamayacağını ifade eder. Benzer biçimde termodinamiğin de dört temel yasası vardır. Sıfırıncı yasa dengedeki bir sistemin her noktasında sıcaklığın aynı olduğunu söyler. Birinci yasa enerjinin korunumunu matematiksel olarak ifade eder. İkinci yasa entropinin sürekli artacağını söyler. Üçüncü yasa bir sistemin sıcaklığı sıfıra yakınsarken entropisinin de sıfıra yakınsayacağını ifade eder. Bekenstein kara delik mekaniği yasaları ile termodinamik yasaları arasındaki benzerliğe dikkat çekerek kara deliğin olay ufkundaki kütle çekiminin büyüklüğünün sıcaklıkla, olay ufkunun alanınınsa entropi ile ilişkilendirilebileceğini öne sürmüştü.

Yasalar arasındaki benzerlikler açık olsa da bu benzerlikler sadece matematiksel midir, yoksa bir kara deliğe sıcaklık ve entropi gibi istatistiksel mekaniksel özellikler atfetmek fiziksel olarak da anlamlı mıdır? Eğer bir kara deliğin sıfırdan farklı bir sıcaklığı varsa çevresine enerji yayması gerekir. Ancak çekiminden ışığın bile kurtulmadığı bir gök cismi nasıl enerji yayabilir? Kara deliklerin gerçekten de sıcaklığının ve entropisinin olduğunun fizikçiler arasında kabul görmesi ancak Stephen Hawking'in, klasik kuramın öne sürdüğünün aksine, kara deliklerin kuantum mekaniksel süreçlerle enerji yayabileceğini göstermesinden sonra oldu.



Stephen Hawking

Kara deliklerin sıcaklığı olay ufkundaki kütle çekimi alanıyla, entropisi de olay ufkunun yüzey alanıyla orantılıdır. Bir kara deliğin kütlesi arttıkça olay ufkunun yarı çapı artar, olay ufkundaki kütle çekim alanı ise azalır. Dolayısıyla daha büyük kütleli kara delikler daha soğuk, daha küçük kütleli kara deliklerse daha sıcaktır. Çevresinden izole, madde yutarak kütle kazanmayan bir kara delik zaman içinde Hawking ışıması yoluyla enerji kaybettikçe sıcaklığı artar ve giderek daha hızlı bir biçimde enerji kaybeder. Çevresindeki maddeleri yutarak kütle kazanan bir kara deliğin Hawking ışıması yoluyla yok olmasıysa ancak kütlesinin çok küçük olmasıyla mümkündür. Sadece kozmik art alan ışıması bile göz önüne alındığında, bir kara deliğin Hawking ışıması yaparak yok olabilmesi için kütlesinin Ay'ınkinden bile daha küçük olması gerekir.

Kara deliklerin termodinamiğiyle ilgili ilginç bir nokta ise beklenenin aksine entropinin hacimle değil, alanla orantılı olmasıdır.

Entropi ve Bilgi

Bilgi ve entropi birbirleriyle yakın ilişkili kavramlardır. Bu durumu örneklendirmeden önce entropiyi matematiksel olarak ifade edelim. Parçacık sayısının, enerjinin ve hacmin zamanla değişmediği bir sistem düşünelim. İstatistiksel mekanikte böyle bir sistemin entropisi $S=k\ln\Omega$ olarak tanımlanır. Bu eşitlikte S entropiyi, k Boltzmann sabitini, ln doğal logaritmayı, Ω ise sistemin bulunabileceği mikro durumların sayısını ifade eder.

Bilgi ile entropi arasındaki ilişkiyi görmek için basit bir sistem ele alalım. Dijital bilginin kodlandığı 0 ve 1 değerlerini alabilen dört bit olsun. İlk olarak bu dört bitin durumu hakkında her şeyi bildiğimizi düşünelim. Örneğin dört bit 1010 durumunda olsun. Bu durumda sistemin içinde bulunabileceği mikro durumların sayısı 1'dir.

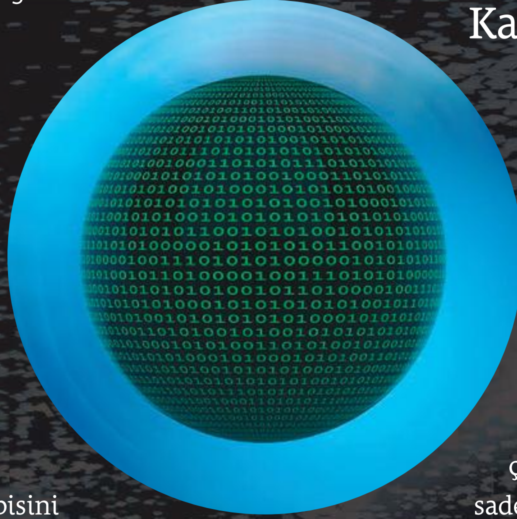


Claude Shannon

Sistemin Boltzmann (termodinamik) entropisini hesapladığımızda $S= k\ln 1 = 0$ sonucunu buluruz. Şimdi de sistem hakkında biraz daha az bilgi sahibi olduğumuzu düşünelim. Örneğin ilk iki bitin 01 olduğunu bildiğimiz durumu düşünelim. Bu durumda sistemin içinde bulunabileceği dört ayrı mikro durum vardır: 0100, 0101, 0110, 0111. Sistemin Boltzmann entropisini hesapladığımızda $S= k\ln 4$ sonucunu buluruz. Son olarak da sistem hakkında hiçbir şey bilmediğimizi düşünelim. Bu durumda ise bitlerin bulunabileceği 16 ayrı durum vardır: 1111, 1110, 1101, 1011, 0111, 1100, 1010, 0110, 0011, 0101, 1001, 1000, 0100, 0010, 0001, 0000. Sistemin Boltzmann entropisini

hesapladığımızda $S= k\ln16$ sonucunu buluruz. Bu basit hesaplardan şunu görürüz: Bir sistem hakkında ne kadar çok şey biliyorsak o sistemin entropisi o kadar düşük, ne kadar az şey biliyorsak entropisi o kadar yüksektir.

Bilgi kuramını formüle eden Claude Shannon, bilginin nasıl ölçülebileceği üzerine kafa yorarken mantık yürütme yoluyla bugün Shanon entropisi ya da bilgi entropisi diye adlandırılan formüle ulaşmıştı. Bu formül, termodinamik entropi formülüyle aynı formdadır. Ancak Boltzmann sabitini içermez. Ayrıca dijital bilgi genel olarak iki ayrı değer alabilen bitlerle kodladığı için, Shannon entropisi hesaplanırken genellikle 2 tabanlı logaritma tercih edilir (Farklı tabanlar kullanmak sadece bilgi entropisinin ifade edildiği birimin değişmesi anlamına gelir.).



Shannon entropisini matematiksel olarak $I=\log_2 N$ olarak ifade edebiliriz. Örneğin bitlerle kodlanmış bir mesajın entropisini ele alalım. Eğer mesajı kodlamak için sadece 2 bit yeterliyse dört ayrı durum vardır: 11, 10, 01, 00. Bu durumda Shanon entropisini $I=\log_2 4=2$ olarak hesaplarız. Şayet mesajı kodlamak için 3 bite ihtiyacımız varsa muhtemel durumların sayısı sekize çıkar: 111, 110, 101, 011, 100, 010, 001, 000. Bu durumda Shanon entropisi $I= \log_2 8=3$ olur. Genel olarak N tane bitle kodlanan bir mesaj için 2^N durum söz konusudur ve mesajın Shanon entropisi $I = \log_2 2^N = N$'dir. Başka bir deyişle bir mesajın Shanon entropisi o mesajı kodlamak için gerekli bitlerin sayısına eşittir. Bir mesajın bilgi içeriği ne kadar çoksa mesajı kodlamak için o kadar çok bit gerekir ve Shanon entropisi de o kadar artar. Dolayısıyla Shanon entropisi yüksek olan mesajların bilgi içeriği daha fazladır, bu mesajlar alıcıya daha fazla yeni bilgi ulaştırır.

Bilgi kuramındaki bilgi entropisinin makro durumu bilinen bir sistemin mikro durumunu belirlemek için ihtiyacımız olan "eksik bilgi miktarı" ile orantılı olduğu söylenebilir. Konuya bu açıdan bakıldığında istatistiksel mekanikteki termodinamik entropi de esasen bilgi entropisinin bir uygulaması olarak görülebilir: Termodinamik entropi, bir sistemin mikro durumunu tanımlamak için edinilmesi gereken bilgi miktarıyla orantılıdır. Bir sistem hakkındaki bilgimiz ne kadar çoksa sistemin mikro durumunu tanımlamak için edinmemiz gereken bilgi miktarı, termodinamik entropi ve bilgi entropisi o kadar azdır. Bir sistem hakkındaki bilgimiz ne kadar azsa o sistemin mikro durumunu tanımlamak için edinmemiz gereken bilgi miktarı, termodinamik entropi ve bilgi entropisi o kadar fazladır.

Kara Delik, Bilgi Paradoksu

Hem klasik fizikteki hem de kuantum fiziğindeki temel ilkelerden biri bilginin korunumudur: Bir sistemin belirli bir andaki durumunu biliyorsanız ilke olarak geçmişteki ya da gelecekteki herhangi bir andaki durumu hakkında hesaplar yaparak bilgi edinebilirsiniz. Ancak söz konusu Hawking ışıması olduğunda bir sorunla karşılaşırız. Stephen Hawking'ın çalışmalarına göre bir kara deliğin yaptığı ışıma sadece kara deliğin kütlesi, açısal momentumu ve elektrik yükü tarafından belirlenir. Peki öyleyse Hawking ışımasına bakarak kara deliğe düşen cisimler hakkında nasıl bilgi edinilebilir?

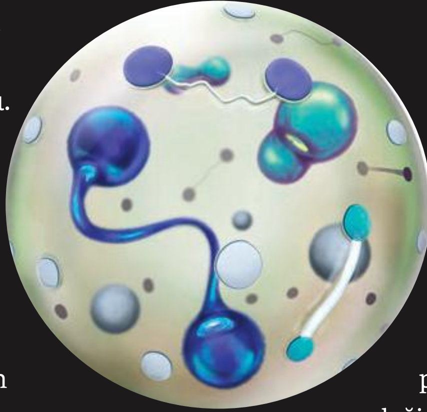
Belirli bir kütleye, açısal momentuma ve elektrik yüküne sahip bir kara delik sonsuz farklı yolla oluşabilir. Buna rağmen, kara delik geçmişinden bağımsız olarak, sadece anlık özellikleri tarafından belirlenen bir biçimde ışıma yapıyorsa, bu durum ışımaya bakarak kara deliğin geçmişi hakkında bilgi edinmenin imkânsız olduğu anlamına gelir? Bu durum bilginin korunumu ilkesiyle çelişir. Bir kara delik etrafındaki maddeleri yutarken bilgiyi de yok eder mi? "Kara delik, bilgi paradoksu"na nasıl bir çözüm bulunabilir?



Gerard ’t Hooft

Holografik İlke

Gerard ’t Hooft holografik ilkeyi öne sürdüğünde kara delik, bilgi paradoksu üzerine çalışıyordu. Sicim teorisi kullanarak paradoksa bir çözüm bulmaya çalışırken, kara deliklerin bilgiyi silmediğini, kara deliğe düşen maddelerle ilgili bilgilerin kara deliğin olay ufkunun salınımlarında kayıtlı olduğunu düşündü. Kara delik, bilgi paradoksu ile ilgili bu çalışmalar da holografik ilkenin ortaya atılmasıyla sonuçlandı. Eğer bir kara deliğe düşen maddelerle ilgili tüm bilgiler iki boyutlu olay ufku yüzeyinin salınımlarında kayıtlıysa, bu iki boyutlu yüzeylerde formüle edilecek bir teoriyle üç boyutlu kara deliklerle ilgili tüm fiziksel süreçlerin açıklanabilmesi gerekir. Bu durumda üç boyutlu uzaydaki kara deliğin iki boyutlu bir yüzeyde kodlanmış bir gerçeklikten kaynaklanan bir hologram olduğu söylenebilir. Benzer biçimde tüm evren de iki boyutlu bir yüzeyde kodlanmış bir gerçeklikten kaynaklanan bir hologram olabilir.



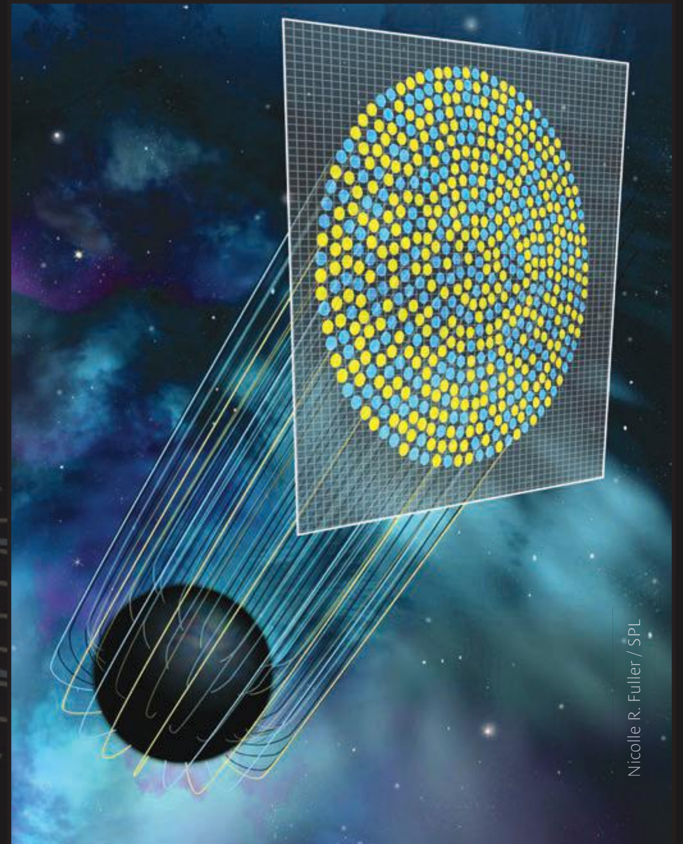
Holografik ilkenin geliştirilmesine katkıda bulunan fizikçi Leonard Susskind’in sözleriyle holografik ilke şu şekilde özetlenebilir: “Sıradan deneyimlerimizin üç boyutlu dünyası -gök adalarla, yıldızlarla, gezegenlerle, evlerle, kayalarla, insanlarla dolu evren- bir hologram, uzak iki boyutlu bir yüzeyde kodlanmış gerçekliğin bir görüntüsüdür.”

Eğer holografik ilke doğruysa bugün bildiğimiz dört boyutlu uzayzamanda tanımlı kuramlara denk, ancak uzayzamanın “bir yerlerdeki” üç boyutlu yüzeyinde tanımlanmış başka kuramlar da geliştirilebilir. Bugün için böyle bir kuram bilinmiyor. Ayrıca hangi üç boyutlu yüzeyin dört boyutlu uzay zamanın sınırı olarak kullanılabileceği hakkında da kimsenin bir fikri yok. Holografik ilkenin içinde bulunduğumuz evren için ne ölçüde doğru olduğu hakkında fikir edinmek isteyen araştırmacılar, gerçek dünyadan daha basit model evrenler üzerinde çalışmalar yapıyor.

AdS/CFT İkiliği

Holografik ilkenin başarılı uygulamalarının başında AdS/CFT ikiliği gelir. AdS, anti-de Sitter uzayzamanları, CFT ise konformal alan teorileri için kullanılan kısaltmalardır.

Hollandalı fizikçi Willem de Sitter, bugün kendi adıyla anılan de Sitter (dS) uzayzamanını genel görelilikteki Einstein alan denklemlerinin bir çözümü olarak bulmuştu. De Sitter uzayzamanında boş, ivmelenerek genişleyen ve yüksek derecede simetrik bir evren vardır. Alan denklemlerindeki pozitif kozmolojik sabitin işareti değiştirildiğinde ise dS uzayzamanı anti-de Sitter (AdS) uzayzamanına döner. AdS uzayının önemli bir özelliği sonsuzda konumlanmış bir sınırının olmasıdır.



Nicolle R. Fuller / SPL

Genel görelilik kuramı kütlenin uzayı büktüğünü söyler. Ancak evrene küçük ölçekte baktığımızda uzayzaman neredeyse düzdür. Günlük hayatımızdaki sıradan işler için Euclid geometrisi (düz uzay geometrisi) yeterlidir. AdS uzayını kapsayan sonsuzda konumlanmış yüzeyin önemli bir özelliği de bu yüzeyin geometrik yapısının kütle çekiminin etkilerinin dikkate alınmadığı düz bir uzaydaki fiziksel süreçlerin modellendiği Minkowski uzayzamanına benzemesidir.

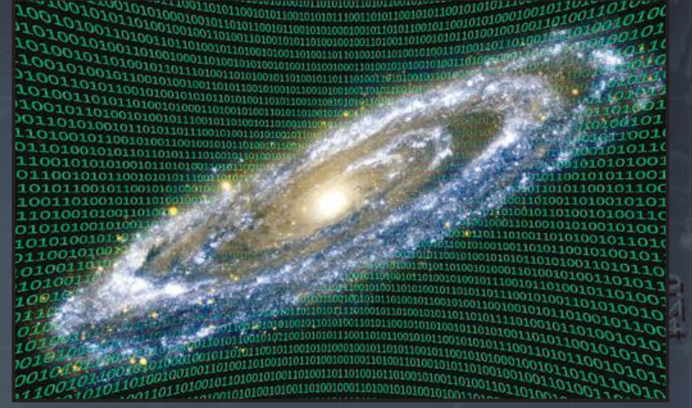
Arjantinli fizikçi Juan Maldacena, 1997 yılında holografik ilkeden esinlenerek yaptığı çalışmalar sonucunda iki ayrı teorinin matematiksel yapısının birbirine denk olduğunu keşfetti. Bu teorilerden biri beş boyutlu AdS uzayında tanımlı bir sicim teorisi, diğeri ise bu AdS uzayının sınırındaki yüzeyde tanımlı bir CFT teorisiydi.

Maldecana'nın keşfettiği AdS/CFT ikiliğine holografik ilke açısından bakarsak, AdS uzayzamanında sicim kuramıyla tanımlanan evrenin aslında bu uzayı sınırlayan yüzeyde bir CFT kuramıyla tanımlanabilen bir gerçeklikten kaynaklanan bir hologram olduğu söylenebilir.

Maldecana'nın çalışması başlangıçta şaşkınlıkla karşılandı. Parçacıkların sicim olarak modellendiği, kütle çekimini içeren beş boyutlu bir kuramla parçacıkların noktasal olarak ele alındığı, kütle çekimini içermeyen dört boyutlu bir kuram nasıl olur da birbirine denk olabilirdi? Ancak Maldecana'nın çalışması tekrar tekrar gözden geçirildi ve doğrulandı. İlerleyen zamanlarda başka AdS/CFT ikilikleri de keşfedildi.

AdS/CFT ikiliklerinin önemli bir özelliği, bu ikiliklerin güçlü etkileşimlerle zayıf etkileşimler ya da zor hesaplarla kolay hesaplar arasında olmasıdır. Bu durum kuramsal çalışmalarda kolaylık sağlar: Eğer kuramların birinde karşınıza çıkan matematiksel ifadeler bilinen matematikle çözülemiyorsa ya da bilgisayar benzetimleri yoluyla tahminler yapmak çok zorsa aynı problemi diğer teoriye aktarıp kolayca çözebilirsiniz.

Bugüne kadar AdS/CFT ikiliğinden yararlanılarak çok çeşitli alanlarda kuramsal çalışmalar yapıldı.



Ancak içinde bulunduğumuz evrenin geometrisi AdS uzayzamanınkinden daha çok dS uzayzamanınkine benziyor. Dolayısıyla yapılan çalışmalar en azından şimdilik hayali, kuramsal evrenlerle sınırlı. Gerçek dünyadakine benzer bir dS uzayzamanı için bir ikiliğin nasıl bulunabileceği ise bilinmiyor. Eğer bir gün böyle bir ikilik bulunabilirse bu durumdan bir kuantum kütle çekimi kuramı geliştirmekte yararlanılabilir. Daha da önemlisi böyle bir ikiliğin keşfedilmesi içinde bulunduğumuz evrenin gerçekten de bir hologram olduğunu gösterecektir.

Sonuç

Evrenin aslında bir hologram olduğu düşüncesi geçtiğimiz yıllarda kuramsal fizikte önemli gelişmelere yol açtı. Ancak bu gelişmelerin tamamı gerçek evrenle değil; hayali, kuramsal modellerle sınırlı kaldı. Şu an için evrenin gerçekten de bir hologram olduğunu doğrulayacak herhangi bir bulgu yok. Ancak holografik ilke kuramsal fizikte önemli rol oynamaya devam ediyor. Pek çok fizikçi holografik ilkeden yararlanarak içinde bulunduğumuz evrendeki fiziksel süreçleri açıklayan kuramlar da geliştirilebileceğini düşünüyor ve bu amaçla çalışmaya devam ediyor. ■

Kaynaklar

Bekenstein, J. D., "Information in the Holographic Universe", Scientific American, https://www.scientificamerican.com/article/information-in-the-holographic-univ/, 1 Nisan 2007.

Ananthaswamy, A., "Is our Universe a Hologram? Physicist Debate Famous Idea on Its 25th Anniversary", Scientific American, https://www.scientificamerican.com/article/is-our-universe-a-hologram-physicists-debate-famous-idea-on-its-25th-anniversary/, 30 Kasım 2022.

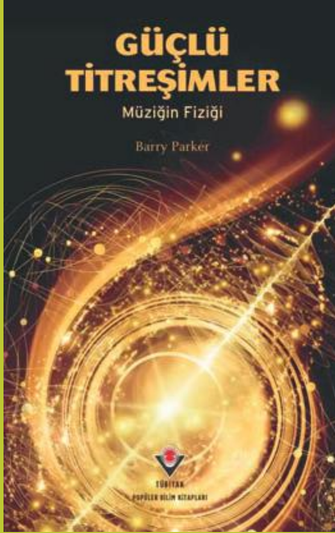
Ayın Sorusu

Prof. Dr. Azer Kerimov [*bteknik@tubitak.gov.tr*

Bilkent Üniversitesi Fen Fakültesi
Matematik Bölümü

Soruyu çözüp cevabı ad, soyad, adres ve telefon bilgileri ile birlikte bteknik@tubitak.gov.tr adresine gönderenler arasından çekilişle belirlenecek beş kişiye TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları Yayınları'ndan bir kitap hediye edeceğiz:

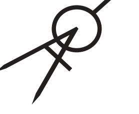
Bu ay:
GÜÇLÜ TİTREŞİMLER
Müziğin Fiziği



Çözümü ile birlikte gönderilmeyen cevaplar değerlendirmeye alınmayacaktır.

Doğru çözüm ve çekiliş sonuçları dergimizin sosyal medya hesaplarından (facebook ve twitter) önümüzdeki ayın ilk haftasında duyurulacak (bilimteknik.tubitak.gov.tr).

Keloğlan'ın Dağıttığı Şekerler



(Matematik)

Bayram nedeniyle Keloğlan 131 cücenin yaşadığı bir çiftliği ziyaret etti. Keloğlan'ı karşılama töreninde çiftlikte yaşayan cücelerin hepsi yüzleri Keloğlan'a doğru dönük bir şekilde sıraya dizildiler.

Keloğlan cücelerin her birine birer bayramlık şeker verdi. Yalnız bunu yaparken bir amacı da cücelerin hesap becerilerini ölçmekti. Bunun için Keloğlan ilk aşamada sadece sıradaki bazı cücelere birer şeker verdi ve bayramlık şeker almayan her bir cüceden bir hesap yapmasını istedi. Buna göre; söz konusu cüce önce sağındaki şeker alan cüceleri, sonra da solundaki şeker alan cüceleri saydı, en sonunda da bu iki sayının farkının mutlak değerini hesaplayıp Keloğlan'a söyledi.

Şeker almayan her bir cüce ondan istenilen sayıyı hesaplayıp Keloğlan'a söyledikten sonra Keloğlan şeker almayan herhangi iki cücenin söylediği sayıların birbirinden farklı olduğunu ve bu sayılardan hiçbirinin sıfır olmadığını fark etti.

Buna göre, Keloğlan'ın ilk aşamada dağıttığı bayramlık şeker sayısının alabileceği en küçük değer kaçtır?

Yedinci Ulusal Antarktika Bilim Seferi

Kpt. Yük. Müh. Sinan Yirmibeşoğlu [*TÜBİTAK MAM Kutup Araştırmaları Enstitüsü*
Prof. Dr. Burcu Özsoy [*TÜBİTAK MAM Kutup Araştırmaları Enstitüsü*



Cumhuriyetimizin 100. yılında, Yedinci Ulusal Antarktika Bilim Seferi (TAE VII) Cumhurbaşkanlığı himayelerinde, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı uhdesinde, TÜBİTAK MAM Kutup Araştırmaları Enstitüsü koordinasyonunda ve Prof. Dr. Burcu Özsoy'un sefer koordinatörlüğünde 30 Ocak - 4 Mart 2023 tarihleri arasında başarı ile tamamlandı. İlki 2017 yılında 9 kişilik ekip ile gerçekleştirilen Ulusal Antarktika Bilim Seferi, o zamandan beri her yıl düzenleniyor.

Buzulun Yamacındaki Türk Bilim Kampı

Gentoo penguen kolonisi

Seferde saha çalışmasında yer alan 19 kişilik araştırma ekibi, İstanbul Havalimanı'ndan yola çıkarak önce Güney Amerika Kıtası'na, oradan da Antarktika Kıtası'nın en kuzeyindeki King George Adası'na 4 farklı uçak ile yaklaşık 15 bin kilometre yol katederek ulaştı. Adaya vardıktan sonra 80 metrelik Betanzos adlı gemiye geçen ekip, 2 Mart'a kadar gemi ile Güney Okyanusu içerisinde Antarktika Yarımadası'nın batı kıyılarında seyir gerçekleştirdi. Ekip, Horseshoe Adası'ndaki Türk Bilimsel Araştırma Kampı'nda yaptığı çalışmaların yanı sıra Dismal Adası ve King George Adası'nda da bilimsel araştırmalar gerçekleştirdi. Livingston ve Greenwich adaları gibi farklı bölgelere de uğrayan ekip, toplamda 8 farklı yabancı ülkeye ait bilim istasyonunu, 1 bilimsel kamp alanını ve 1 tarihi istasyonu da ziyaret etti ve ikili iş birlikleri kapsamında çalışmalar gerçekleştirdi.

Seferde yer bilimlerinden yaşam bilimlerine, fiziki bilimlerden sosyal ve beşerî bilimlere kadar birçok alanda 18 proje yürütüldü. Sefer boyunca gündüzleri sıfır derece santigrat ortalama sıcaklıkta çalışma fırsatı bulan ekip, küresel iklim değişikliği başta olmak üzere birçok araştırma konusunda çeşitli veriler topladı. Kıtadan alınan buz, su, kar, kayaç, yosun ve liken gibi çok sayıda bilimsel örnek, ülkemizdeki araştırma laboratuvarlarına incelenmek üzere getirildi.



Gemi iki dağ yamacının arasından seyrine devam edebilmek için fırtınanın dinmesini bekliyor

Sefer başlangıcında Türkiye Cumhuriyeti Santiago Büyükelçisi ve Sefer Koordinatörü de ekibe Antarktika'da eşlik etti. Kendileri uluslararası temaslarda bulunarak ülkemizin kutup çalışmalarının dünyaya tanıtılmasında ve ikili iş birliklerinin arttırılmasında önemli rol oynadı. Ayrıca TÜBİTAK'ın Bilim İnsanı Destek Programları Başkanlığı (BİDEB) tarafından yürütülen 2204-C Lise Öğrencileri Kutup Araştırma Projeleri yarışması kapsamında birinci olan ekibin üç öğrencisi de bu yıl ilk kez sefere katılma imkânı yakaladı ve böylece projelerini Antarktika'da uygulama fırsatı da elde ettiler.

Seferde faaliyete yeni başlayan Türk Bilimsel Araştırma Kampı'nın açılışı yapılarak İstiklal Marşımızın okunması ile birlikte bayrağımız göndere çekildi. Ülkemizde yaşanan yıkıcı depremlerin haberiyle büyük üzüntü yaşayan ekip, bayrağımızı yarıya indirerek çalışmalarına ve araştırmalarına devam etti.

Üç modülden oluşan Türk Bilimsel Araştırma Kampı'nın bakımı yapılarak bir modüle yeni güneş panelleri bağlantısı kuruldu. Kıta'dan bir yıl boyunca sürekli veri toplayan otomatik istasyonların bakım ve tutumları gerçekleştirilip bunlar kışa hazır hâle getirildi ve verileri kontrol edildi. Bu cihazlardan üç tanesi GNSS (Küresel Seyrüsefer Konumlandırma Sistemi), bir tanesi de Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından işletilen Meteoroloji İstasyonu'dur. GNSS istasyonlarından bir tanesi Horseshoe Adası'nın yaklaşık 50 km batısında okyanus içinde yer alırken diğer istasyonların tamamı Horseshoe Adası'ndadır.

Antarktika'da gerçekleştirilen projeler; TÜBİTAK MAM Kutup Araştırmaları Enstitüsü, Harita Genel Müdürlüğü, Seyir Hidrografi ve Oşinografi Dairesi Başkanlığı, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Tarım ve Orman Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Atatürk Üniversitesi, Ege Üniversitesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Yıldız Teknik Üniversitesi ve Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi tarafından yürütülüyor. Sefere katılan bilim insanları ve laboratuvarlarda çalışan araştırmacılarla beraber yürütülen projelere katkı sağlayanların sayısı 100'ü aşıyor.


Haritalama çalışması yapan araştırmacılar kıyı hattını ölçüyor

Antarktika'da Yürütülen Projeler

"Deniz Ekosisteminde Matematik ve Özel Konum Sonuçlarının Mikroplastik Kirliliğine Etkisi - Türk Bilim Üssüne 2019-2022 Yılları Arasında Ev Sahipliği Yapacak Olan Horseshoe Adası Örneği" projesinde Horseshoe Adası göllerinden, buzullarından ve kıyılarından alınan su örneklerinde mikroplastik olup olmadığı araştırılıyor. Toplanan örnekler içinde mikroplastiğe rastlanırsa bunların kaynağının ne olduğu saptanacak ve böylelikle kirleticilerin önüne geçmek için uluslararası önlemler alınmasına katkı sağlanacak.

"Antarktika Buzulları ile Davraz ve Katrancık Dağlarındaki Mikroplastiklerin Karşılaştırılması" projesi kapsamında Horseshoe Adası'nın

binabina / iStock

neredeyse tüm bölgelerinden toplanan buz örnekleri ülkemizdeki laboratuvarlarda incelenecek. Tespit edilecek mikroplastiklerin ülkemizdeki Davraz ve Katrancık dağlarındaki kirlilikle karşılaştırılması planlanıyor.

“Farklı İklim, Enlem ve Boylamlarda Buzul Göllerinin Fitoplankton Yapısının Konvensiyonel ve Metagenomik Analizler ile İncelenmesi” projesi kapsamında Horseshoe Adası’ndaki göllerden alınan örneklerde dünyamızın en büyük oksijen sağlayıcısı olan fitoplanktonlar üzerine inceleme yapılıyor. Toplanan örneklerden kısa sürede çeşitli sonuçlara ulaşılarak fitoplanktonların ıssız olan bölgede ne şekilde geliştiği gözlemlenebilecek.

“Horseshoe Adası Magmatitlerinin Petrolojisi - Antarktik Yarımada’nın, Gondwana Süper Kıtasının Parçalanmasından Antarktika Anakarasına Yamanmasına Kadar Geçen Süreçte Gelişen Jeolojik Olaylara Ait Bulgular” projesi kapsamında Horseshoe Adası’nın dört bir yanından toplanan kayaç örnekleri incelenmek üzere toplanarak ülkemize getirildi. Bu kayaç örnekleri ile dünyanın binlerce hatta milyonlarca yıl önceki bilgilerine ulaşılması hedefleniyor.


Türk ekibi Güney Okyanusu’nda gemi ile seyrederken

“Horseshoe Adası (Antarktika) Kıyılarında Yayılım Gösteren Makroalglerin Besin Bileşimi ve Fitokimyasal İçeriklerinin Belirlenerek Biyolojik Aktivitelerinin Değerlendirilmesi” projesinde soğuk ve dondurucu Güney Okyanusu’nun kıyılarına vuran ve ekstrem soğuklarda bile canlılığını sürdürebilen alglerin farklı türleri toplanarak ülkemize getirildi. Araştırmalar sırasında yeni türler de tespit edildi. Bu sonuçlar uluslararası yayınlar ile tüm dünyaya duyurulacak.

“Antarktika Bölgesinde Troposfer ve Kar Derinliğinin/Kalınlığının GNSS Meteorolojisi ve GNSS Reflektometresi Yöntemleri ile İzlenmesi” projesinde Horseshoe Adası üzerinde yer alan GNSS istasyonlarından toplanan örnekler ile özellikle kar kalınlığının ne kadar değişime uğradığı gözler önüne serilerek iklim değişikliğinin bölgeyi nasıl etkilediği ölçülecek.

“Antarktika Bölgesinde Atmosferik Dikey Profiller ve Aerosollerin Yersel ve Uydu Bazlı Teknikler ile İzlenmesi” projesi ile dünyanın en temiz havasının bulunduğu Antarktika’da atmosferdeki parçacıkların varlığı incelenecek ve çeşitli uydu verileri ile karşılaştırılması yapılarak uzaktan algılama çalışmalarının iyileştirilmesine katkı sağlanacak.

“UAV-GPR Gözlemleriyle Antarktika Horseshoe Adasında Buzulların İzlenmesi ve 3 Boyutlu Modellenmesi” projesinde hem drone hem de el aracı ile yerdeki buzulun üzerinde radar ile ölçüm alınarak buzul modellemesi çalışması gerçekleştirildi. Dünyanın en rüzgârlı ve en soğuk kıtasında fiziki koşulların zorluğuna rağmen yapılan ölçümlerde yeterli sonuçlar alındı. Araştırma sonuçlarının kısa sürede duyurulması planlanıyor.



“Horseshoe Adası Deniz Haritalarının Üretilmesi Kapsamında Hidrografik ve Oşinografik Ölçümler” projesi kapsamında günümüze kadar yapılmamış olan deniz dibinin detaylı haritalandırılması çalışması Horseshoe Adası’nın Lystad Körfezi’nde sürdürüldü. Birkaç yıldır sürdürülen bu çalışma sonucunda körfezin detaylı batimetri haritası ortaya konacak ve uluslararası tüm gemilerin kullanımına sunularak güvenli gemi seyri yapılması sağlanacak.

“Meteoroloji Gözlem İstasyonu Bakımı ve İstasyondan Veri Toplanması” projesi kapsamında güçlü rüzgâr koşulları sonucunda kırılmış olan sensör kolu tamir edildi ve güçlendirme çalışması yapıldı. Zorlu koşulların en sağlam kabloları bile kopardığı Antarktika’da meteoroloji istasyonumuzun bir yıl daha veri sağlayabilecek şekilde kışı geçirebilmesi için bakım ve tutumu tamamlandı.

“Horseshoe ve Dismal Adalarında GNSS İstasyonları Verilerinin Toplanması” projesi kapsamında istasyonların detaylı bakımı yapıldı. Uydu ile alınan verilerin yanı sıra sahada da veri yedeklemesi yapılarak ölçümler güvene alındı. İstasyonlardan her birinin detaylı bakım ve tutumu da tamamlandı.

“Sefer Katılımcılarının Ruhsal Değerlendirmesi ve Sorun Çözümü” projesi kapsamında sefere bir psikiyatri uzmanı da katıldı ve ülkemizin kutup seferleri için oluşturulan programının devamı için veriler topladı. Neredeyse her gün katılımcıların psikolojik durumlarını takip ederek kutupta uzun süre zaman geçiren bireylerde ortaya çıkan değişiklikleri gözlemleme imkânı buldu.

“Antarktika Geçici Türk Araştırma Bölgesinin Atmosferik ve Astronomik Kalite Bakımından İncelenmesi ve İleride Yapılacak Astronomik ve Atmosferik Araştırmalar için Ön Çalışma ve Testler” projesi kapsamında Horseshoe Adası’nda ölçümler yapıldı. Bu ölçümler ile gelecek yıllarda planlanan çalışmalar için çeşitli veriler toplandı.

“Antarktika Horseshoe Adası Asidik Kaya Drenajı Oluşum Mekanizması, Kökeni ve Fe Salınımına Etkileri” projesi kapsamında Horseshoe Adası göllerinden örnekler toplandı ve incelenmek üzere ülkemizdeki üniversite laboratuvarlarına getirildi.

“Horseshoe Adası Göllerinde İnsan Kaynaklı Kirleticilerin Araştırılması” projesinde Horseshoe Adası’nda bulunan göllerde meydana gelen kirliliklerin insan kaynaklı olup olmadığı araştırıldı. Ayrıca



Araştırmacılar güneş ışınlarını ölçmek için yeni bir bilimsel cihazı kuruyor


Foklar, Antarktika yazının tadını çıkarıyor


Yer radarı ile buzul kalınlığı ölçülüyor

proje kapsamında makro ve mikro kirleticiler de izlendi. Araştırmacılarımız sefer sırasında başka bölgelerde de birçok kirletici tespit ederek doğadan bertaraf edilmesine katkı sağladı.

"TAE-VII Deniz Buzu Gözlemleri" projesi kapsamında Antarktika Kıtası'nda sefer yapılan tüm Güney Okyanusu bölgeleri gözlemlendi ancak maalesef deniz buzu oluşumu görülemedi. Ayrıca 2023 yılı Antarktika'nın yaz ayında minimum deniz buzu değeri ile rekor kırdığı bir yıl oldu. Deniz buzları kutuplardaki ekosistemin ayrılmaz parçası olup başta deniz canlıları olmak üzere sistem içerisinde hem yuva hem de denge sağlayıcı olarak görev yapar. İlerleyen yıllarda da deniz buzundaki değişimler takip edilerek önceki veriler ile karşılaştırılacak ve yeni trendlerin modellemesi gerçekleştirilecek.

"Horseshoe Adası Atmosferik Sınır Tabakadaki Değişimlerin Gözlemsel Karakterizasyonunun Araştırılması" projesinde günlük kısa ve uzun dalga boyundaki radyasyonların ortalama değerleri ölçüldü. Elde edilen veriler ile bulutluluk ve hava kalitesindeki değişim gibi parametrelerin incelenmesi planlandı. Her dakikada bir ölçüm alan sensörler ile birçok veri kayıt altına alındı. Özellikle Türk Bilimsel Araştırma Kampı'na yeni güneş panellerinin monte edilmesi sonrasında güneş enerjisinden faydalanılarak yapılacak yeni projeler için verimlilik ölçümleri tamamlandı.

"Kutup Okyanuslarındaki Mikroplastik Kirliliğini Önlemek için Yerli ve Milli Biyoplastik Materyal Üretimi" projesinde üç lise öğrencisi danışman öğretmenleri ile birlikte geliştirdikleri biyoplastik ürününü Antarktika Kıtası'nda test etme fırsatı buldu.

İkili İş Birliği Kapsamındaki Projeler

"Batı Antarktika Yarımadası ve Barents Denizi Bölgelerinde Yüzgeç Ayaklı ve Diğer Deniz Memelilerinin Gözlemleri" projesinde deniz memelilerinin fotografik tanımlama, karşılaşma oranı ve bolluk tahmini çalışmaları gerçekleştirildi. Gemi trafiği, ısınan sular ve artan kirlilik gibi birçok etmen nedeniyle deniz memelileri sıklıkla alışılagelmiş hareketlerini değiştiriyor. Bu sebeple kolonilerin ve türlere ait bireylerin sıklıkla takibi yapılarak hangi dış kaynaklı faktörlere nasıl tepki verdikleri araştırılıyor.

"Nelson Adası'nın (Antarktika) Petrolojisi ve Bölge Jeodinamiği İçerisindeki Önemi" projesinde Antarktika Yarımadası'nın kuzey batı kısmında kalan Nelson Adası'ndan kayaç örnekleri toplandı. Bu adada kamp kuran

ekip zorlu koşullara rağmen görevlerini başarıyla tamamladı ve ülkemizdeki laboratuvarlarda incelenecek çok sayıda örnek topladı.

“Alg Patlamalarına Yönelik Saha Analizlerinin Gerçekleştirilmesi, Örneklerin Alınması ve Gerekli Ölçümlerin Yapılması” projesi kapsamında ziyaret edilen ikili iş birliği bölgesinde alg çalışması yapıldı. Antarktika sularında yaz aylarında çok sayıda alg bulunur. Bunlar üzerine sürdürülen araştırmalar yeni sonuçların alınmasına ve yeni türlerin keşfedilmesine imkân verir. Türk araştırmacılar önceki yıllarda yeni alg türleri keşfetmişti.

“Likenlerdeki Mikroplastiklerin Araştırılması - Rip Point Vaka Çalışması” Nelson Adası’nda kamp kurulan alanda gerçekleştirildi. Buzul erimesinin önceki yıllarda en fazla gözlemlendiği bölgelerden biri olan ve yeşil alanların giderek arttığı tespit edilen Antarktika Yarımadası’nın kuzey batı bölgesinde yürütülen bu çalışma ile yeni likenlerin ve mikroplastiklerin varlığı araştırılıyor. Bu kapsamda toplanan örnekler de ülkemize ulaştırıldı.

Kıtadan alınan buzul, deniz suyu, kar, farklı kayaçlar ve çeşitli liken türleri gibi birçok bilimsel örnek incelenmek üzere Türkiye’deki araştırma laboratuvarlarına getirildi. Devam eden 18 farklı bilimsel projenin nihai sonuçlarının ortalama 1 ila 1,5 yıl içinde alınması, ardından da uluslararası bilimsel yayınlara ve verilere dönüştürülmesi öngörülüyor. Bu sayede iklim değişikliği başta olmak üzere mikroplastik kirliliği, buzulların ve suyun geleceği, canlıların davranışları, farklı kirleticiler tarafından oluşturulan kirliliğin miktarları gibi birçok çarpıcı konuda bilimsel sonuçlar gün yüzüne çıkartılmış olacak.


Ekip, T.C. Santiago Büyükelçisi ile Arjantin’in Carlini Bilim Üssü’nü ziyaret etti

Seferde araştırmacılarımızı şaşırtan ilginç bir olay da yaşandı. Dünyanın en büyük penguen türü olan imparator penguen Horseshoe Adası’nda ilk kez görüntülendi. Çok eskiden bir imparator penguen kolonisinin adaya 60 km mesafede yaşadığı biliniyordu fakat bu bölgede nesilleri tükenmiş ve çok daha güneye göç etmişlerdi. Azalan deniz buzları sebebiyle yer değiştiren bu penguenlere Horseshoe Adası’nda ilk kez rastlanması araştırmacılarımızı şaşırttı. İlerleyen yıllarda canlıların göç yollarında yeni değişiklikler olabileceği, beklenen iklim değişikliğinin sonuçları arasında görülüyor.

Yedinci Ulusal Antarktika Bilim Seferi’nin bilimsel çıktıları ve yeni kutup haberleri için TÜBİTAK MAM Kutup Araştırmaları Enstitüsünün https://kare.mam.tubitak.gov.tr/ adresindeki web sayfasını takip edebilirsiniz. ■



Kaynaklar

Yirmibeşoğlu., S., Oktar, Ö., & Özsoy, B. (2021). Review of Scientific Research Conducted in Horseshoe Island Where Potential Place for Turkish Antarctic Base. *International Journal of Environment and Geoinformatics* (*IJEGEO*), 9(4):011-023. doi. 10.30897/ijegeo.1018913

https://kare.mam.tubitak.gov.tr/

** Tüm fotoğraflar Sinan Yirmibeşoğlu tarafından çekilmiştir.*

Mesut Erol [merak.ettikleriniz@tubitak.gov.tr

Kan Grubumuz Değişebilir mi?

Hangi kan grubuyla yaşamımızı sürdüreceğimiz genetik olarak belirlenir. Bazı istisnalar dışında bir insanın kan grubu yaşamı boyunca değişmez. Bu istisnaları ise hücrelerin dışına uzanan moleküllerin çeşitliliği mümkün kılar.

Kan grubumuzu tanımlamak için genellikle A-B-0 sistemi ile Rh faktörü sistemini birlikte kullanırız. Bu sistemler yardımıyla, alyuvar hücrelerinizin yüzeyindeki antijen adı verilen işaretçi moleküllerin varlığını ya da yokluğunu kolayca ifade ederiz. A grubu kanda A antijeni, B grubu kanda B antijeni ve AB grubu kanda her iki antijen de bulunur. 0 grubu kandaysa bu antijenler yer almaz. Rh faktörünü belirleyen proteinin varlığı ise kan grubumuza eklediğimiz artı ya da eksi işaretleriyle belirtilir. Olası kan nakli durumunda farklı antijenlere sahip kanın vücuda girmesi bağışıklık yanıtını tetikleyebileceği için hangi kan grubuna sahip olduğumuzu bilmek önemlidir. Bu nedenle kan grubumuzun yaşam boyunca değişme olasılığı önem arz eder.

Genetik kodumuza göre yeni kan hücresi oluşturmaktan sorumlu hematopoetik kök hücrelere (HKH) başta kemiklerimiz olmak üzere vücudumuzun pek çok yerinde rastlanır. Bazı kanser türleri ve otoimmün hastalıklar gibi nedenlerle bu hücreler zarar görebildiği ya da yok olabildiği için yenilerine ihtiyaç duyulabilir. Böyle durumlarda hastanın sağlıklı vücut bölümlerinden ya da bir donörden HKH nakli gerçekleştirilir. Farklı kan grubu genetik koduna sahip bir donörden HKH nakledilmesi durumunda, farklı antijen türü içeren alyuvarlar üretilebilir. Bu durum hastanın kan grubunun değişme olasılığını ortaya çıkarır.

Henüz alyuvarlara dönüşmemiş kök hücrelerde kan grubunu belirleyen antijenler bulunmaz. Bu nedenle, nakil sonrası bağışıklık yanıtının harekete geçmemesi için öncelikle donör ve hasta arasında insan lökosit antijeni (HLA) eşleşmesine bakılır. Birçok hücremizde bulunan bu antijenler, bağışıklık sistemimizin yabancı hücreleri ayırt edebilmesi için kullanılır.

Öte yandan, kan bağışlarını daha etkili hâle getirmek için çalışan araştırmacılar, bir bakteriden yararlanarak kan grubu değişikliği yapılabileceğini gösterdi. *Streptococcus pneumoniae* türü bakterilerden elde edilen bir enzim, alyuvarlardaki A ve B antijenlerini kırparak bağışlanan kanın grubunu 0'a dönüştürebiliyor. Enzimin deneylerle daha etkin çalışması başarıldığında, kan bağışı bekleyen alıcılara daha hızlı kan yönlendirmesi yapılabileceği düşünülüyor.

Kaynaklar

my.clevelandclinic.org/health/articles/21213-blood-types
Nambiar, R. K., Narayanan, G., Prakash, N. P., & Vijayalakshmi, K. (2017).

Blood group change in acute myeloid leukemia. *Proceedings (Baylor University. Medical Center)*, 30(1), 74–75.

sciencealert.com/scientists-discover-an-enzyme-that-can-change-a-person-s-blood-type

Kutup Bölgeleri İklim Değişikliğinden Neden Daha Fazla Etkilenir?

Geçtiğimiz yüzyılın başından bu yana küresel ortalama sıcaklık değeri 1°C'ın üzerinde artış gösterdi. Ancak iklim değişikliğinin etkilerine sadece küresel ortalamalar ölçeğinde bakmak yanıltıcı olabiliyor. Çünkü gezegenimizin her yerinde sıcaklık aynı ölçüde değişmiyor. Örneğin, aynı zaman zarfında Kuzey Kutup Bölgesi'ndeki sıcaklık artışı küresel ortalamanın yaklaşık iki katı olarak hesaplandı. Güncel çalışmalar, son yıllarda sıcaklık artış hızının dört kata kadar yükselmiş olabileceğini gösteriyor. Bilim insanları kutup bölgelerinin iklim değişikliğinden fazlaca etkilenmesini kutup amplifikasyonu terimiyle açıklıyor.

Kuzey Kutup Bölgesi'nde etkisini daha da güçlü gösteren kutup amplifikasyonu, yani arktik amplifikasyon, temel olarak bu bölgede, her on yılda, %13 oranında artış gösteren buz kütlesi erimesinden kaynaklanıyor. Bir yüzeyin üzerine düşen ışığı geri yansıtma oranına albedo değeri denir. Buz yüzeylerin albedosu kara ve okyanuslardan daha yüksektir. Yani güneş ışığını daha az soğururlar. Eriyen buz kütlelerinin okyanuslara karışması ve karasal alanları ortaya çıkarması, albedosu yüksek olan koyu yüzeylerin artmasıyla sonuçlanır. Bu da Güneş'ten ışıma biçiminde gelen enerjinin yüzey karakteri değişen bölgelerde daha fazla soğurulmasına yol açar.

Kuzey Kutup Bölgesi deniz buzu ile kaplı bir okyanusken, Güney Kutbu'nda bulunan Antarktika kalıcı kar ve buzla kaplı, yüksek ve daha soğuk bir alandır. Bu farklılık, iklim değişikliği etkileri söz konusu olduğunda, kutuplar arasında farklılık bulunmasının temel nedenlerinden biridir. Öyle ki atmosferde süregelen sera gazı artışına rağmen son 70 yılda Antarktika Kıtası'nın ortalama sıcaklığında pek değişiklik gözlenmedi. Ancak uydu verileri kıta çevresindeki okyanusun ısınması nedeniyle 2002 – 2020 yılları arasında, yıllık ortalama 149 milyar ton buz kütlesi kaybı yaşandığını gösteriyor. Ayrıca kıtanın Güney Okyanusu'na doğru uzanan Antarktika Yarımadası, geçtiğimiz yüzyılın ikinci yarısında Güney Yarım Küre'deki tüm karasal alanlar arasında sıcaklık artışının en fazla ölçüldüğü bölge oldu.

Uydu verileri yardımıyla iklim modellemesi çalışmaları yürüten araştırmacılar, kutup bölgelerinde yaz aylarında düşen albedonun artan bulut örtüsüyle kısmen dengelendiğini gözlemledi. Araştırmacılar bu aylarda devam eden sıcaklık artışında, atmosferdeki enerjinin bir bölümünü kutuplara taşıyan büyük hava sistemlerinin de etkisi olduğunu düşünüyor.

Kaynaklar

climate.mit.edu/ask-mit/which-parts-planet-are-warming-fastest-and-why

nasa.gov/topics/earth/features/warmingpoles.html

scientificamerican.com/article/the-arctic-is-warming-four-times-faster-than-the-rest-of-the-planet

Nasa's Scientific Visualization Studio / SPL

ANADOLU'NUN BUZUL GÖLLERİ

Dr. Öğr. Üyesi Mesut Şimşek [*Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Coğrafya Bölümü*
Dr. Mustafa Utlu [*Bingöl Üniversitesi, Coğrafya Bölümü*

Bundan yaklaşık 23.000 yıl önce Doğu Karadeniz Dağları'nın ya da Toros Dağları'nın yüksek zirvelerine çıkmış olsaydık bizi bambaşka bir manzara karşılayacaktı. Vadiler içerisinde akan nehirlerin yerine buzullar ile kaplı alanlar olacaktı. Bugün dağ kuşaklarının zirvelerindeki vadilerin önemli bir bölümünde uzun zaman önce yok olan buzulların bıraktığı izler hâlâ tazeliğini koruyor.

Yerkürenin yüzey sıcaklığı jeolojik geçmişimiz boyunca sürekli değişim hâlindeydi. Bu dönüşüm boyunca dünya bazen çok ısınmış, bazen de çok soğuyarak bir kartopuna dönüşmüştü. Bu iklimsel değişim sürecinde dünyayı en çok etkileyen ve izlerinin hâlâ taze olduğu buzul çağları, Kuvaterner devrinin Pleyistosen döneminde yani günümüzden 2.588.000-11.700 yıl öncesinde yaşandı. Pleyistosen dönemde buzul çağlarının yaşanmasında güneş aktivitesi, volkanik aktiviteler ve levha tektoniği gibi birçok neden etkili olsa da baskın sebebin Milankovitch döngüleri olduğu konusunda bilim insanları hemfikir. Milankovitch döngüleri, yani dünyanın astronomik yörüngesindeki periyodik değişimler (100 bin, 41 bin ve 21 bin yıllık döngüler şeklinde), yeryüzüne ulaşan güneş ışınlarının şiddetini ve zamanlamasını etkiler, bu da buzulların ilerlemesine veya gerilemesine neden olur. Dünyanın hemen her yerini doğrudan veya dolaylı etkilemiş olan buzul çağları, özellikle kuzey kürenin yüksek enlemlerinde ya da tüm enlemlerdeki yüksek dağların zirve kesimlerinde kendini göstermişti. Bu dönemde hem sıcaklıkların günümüze göre çok düşük olması hem de kar yağışının yıl boyunca daha uzun sürelerce etkili olması kar örtüsünün üst üste birikerek kıtasal örtü buzulları ile yüksek dağlık alanlarda alpin (sirk, vadi vb.) tipi buzulların oluşmasına yol açtı.

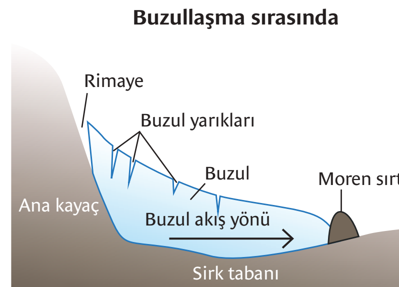
Sat Dağları buzul gölleri (Hakkâri)

phleum / iStock

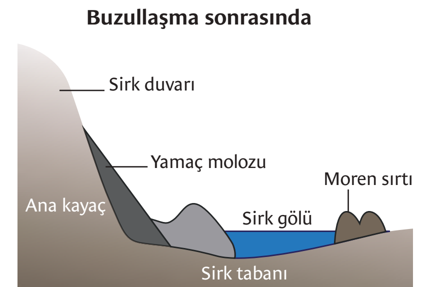
Muhammed Zeynel Öztürk

Buzullar gerek kendi ağırlıkları gerekse bünyelerinde taşıdıkları materyaller nedeniyle topoğrafyayı aşındırır. Sonrasında değişen iklim ve topoğrafya koşulları neticesinde aşındırdıkları malzemeler birikir ve yeni morfolojiler oluşturur. Buzulun yeryüzünü aşındırması sonucu sirk, buzul vadisi, piramidal zirve, aret, hörgüçkaya ve buzul çiziği gibi şekiller meydana gelir.

Buzullaşma sırasında



Buzullaşma sonrasında



Bir buzul (sirk) gölünün oluşum aşamaları

Aşınan malzemenin zaman içinde depolanması ile de moren, drumlin ve sandur ovası gibi buzul birikim şekilleri meydana gelir. Buzul erozyonu nedeni ile oluşan çanaklar, çukurluklar ve setler buzullaşma alanlarında suların birikmesi için uygun yerlerdir; bu alanlarda suların birikmesiyle de buzul gölleri oluşur. Buzul göllerinden bazıları sirk gölleri ve buzul vadisi gölleri gibi aşındırma sonucu oluşabilir, bazıları da moren ve buzulun set görevi gördüğü alanlarda ortaya çıkar. Bazıları ise doğrudan buzulun üstündeki çanaklarda ya da buzulun altında oluşur.

Türkiye gibi orta kuşakta (36° - 42° kuzey paralelleri arasında) yer alan bölgelerde buzullar ancak yüksek dağlık alanlarda gelişme fırsatı bulur. Ülkemizin coğrafi konumu ile jeolojik ve jeomorfolojik özellikleri nedeniyle ülkemizde görülen en yaygın buzul gölü tipi, başta sirk gölleri olmak üzere buzul vadisi gölleridir. Sirkler buzulun büyüme merkezidir, iç kesimi buzul erozyonu nedeniyle sürekli aşındırılır ve çanak şeklini alır. Sonrasında buzulun ortadan kalkması ve sirkin en derin alanlarında suların birikmesiyle sirk gölleri (tarn) denilen göller oluşur.

Buzul çağlarında, Doğu Karadeniz Bölgesi'nin batısındaki Giresun Dağları'ndan başlayarak doğusundaki Kaçkar Dağları'na dek uzanan alanda 300 km'lik bir kuşak buzullar tarafından şekillendirilmişti. Doğu Karadeniz Dağları uygun iklim ve ana kayaç özelliği nedeni ile ülkemizde en fazla sayıda buzul gölünün görüldüğü alandır. Doğu Anadolu'da Munzur ve Bingöl dağları ile Güneydoğu Toroslar'daki yüksek Hakkâri Dağları, buzul göllerinin yoğun görüldüğü alanların başında gelir. Batı ve Orta Toros Dağları da buzullaşmadan etkilenmiş olmasına rağmen buzul gölü sayısı çok azdır. Toros Dağları'nın genel olarak yoğun çatlaklı kireç taşlarından meydana gelmiş olması suyun yüzeyde tutulmasını ve göl oluşumunu engeller. Marmara Bölgesi'nde buzul göllerinin bulunduğu tek alan Uludağ'dır.

Ülkemizde gözlemlenebilen buzul göllerinin çok büyük bir bölümü 2.500-3.100 metre yükselti aralığında yer alır. Dünyanın buzullaşmaya uğrayan diğer kesimlerine göre Anadolu'daki buzul

Mustafa Utlu



İkiyaka Dağı'nda yer alan Kırmızıtaş Buzul Gölü

Bolkar Dağları'ndaki Çiniligöl (önde) ve Karagöl (arkada)



Muhammed Zeynel Öztürk

gölleri oldukça küçüktür ve sığ derinliktedir. Alansal büyüklükleri ortalama 13.350 m^2 civarındadır. En büyük buzul gölümüz, İkiyaka Dağı'nda bulunan Kırmızıtaş Gölü 305.000 m^2 alan kaplar. Uluslararası sınıflandırmaya göre buzul göllerimizin neredeyse tamamı küçük göl olarak tanımlanır.

Buzul gölleri kar ve buzulların depolanmasına olanak tanır, akarsu havzalarının su bölümü sınırında ve üst çığırda bulundukları için akarsular ile tatlı su kaynakları için önemli beslenim alanlarıdır. Küresel iklim değişikliğinin anlaşılması ve izlenmesinde, özellikle meteoroloji gözlemlerinin yetersiz olduğu sahalarda iklim trendlerini takip etmek üzere önemli ipuçları sağlar.

Antropojenik baskılardan uzak olduğu için doğal yapısı en az bozulmuş göllerdir. Doğala yakın özellikteki ekolojik yapısından dolayı bu tip göller "referans nokta" olarak değerlendirilir. Mikro ve makro canlı gruplarına ev sahipliği yapan bu göllerde birçok amfibi, balık ve kuş türü bulunur. Ayrıca doğrudan suyun içinde gelişen hidrofit bitkiler de yaşar. Bazı buzul gölleri ise endemik türlere ev sahipliği yapar. Örneğin Bolkar Dağları'ndaki Çiniligöl ve Karagöl'de yaşayan Toros kurbağası (*Rana holtzi*) sadece bu alana özgü endemik bir türdür.

Biyoçeşitlilik ve ekosistem açısından çok özel alanlar olan ülkemizin buzul göllerini, bir gün yolunuz düşerse, mutlaka ziyaret etmenizi öneririz. ■

Kaynaklar

Barr, I.D., Spagnolo, M., "Glacial cirques as palaeoenvironmental indicators: their potential and limitations". *Earth-Science Reviews*, 151, 48-78, 2015.

Erinç, S., *Jeomorfoloji II*, Der Yayıncılık, İstanbul, 2010.

Öztürk, M.Z., Şimşek, M., Utlu, M., "Anadolu'nun sirk gölleri". *Türk Coğrafya Dergisi*, 78, 49-60, 2021.

Sarıkaya, M.A., Çiner, A., "Türkiye Geç Pleyistosen buzullaşması ve paleoiklimi". *MTA Dergisi* 151, 111-132, 2015.

Taş, B., Hamzaçebi, E. Ş., "Assessment of algal diversity and hydrobiological preliminary results in a high-mountain lake (Karagöl Lake, Giresun Mountains, Turkey)". *11 Review of Hydrobiology*, 13(1–2), 11–38, 2020.

Turoğlu, H., *Buzullar ve Buzul Jeomorfolojisi*, Çantay Kitabevi, İstanbul, 2011.

Ustaoğlu, M. R., Balık, S., Sarı, H. M., Mis, D. Ö., Aygen, C., Özbek, M., İlhan, A., Taşdemir, A., Yıldız, S. & Topkara, E. T., "Uludağ (Bursa)'daki buzul gölleri ve akarsularında faunal bir çalışma". *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 25(4), 295–299, 2008.

Mekanik Kuvvetlerin Biyolojik Süreçlerdeki Rolü

Dr. Mahir E. Ocak | *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Canlıların genel yapısının ve organlarının nasıl şekillendiğini anlamaya çalışan araştırmacılar onlarca yıl boyunca biyolojik moleküllere odaklandılar. Ancak DNA, RNA ve proteinler gibi biyolojik moleküller arasındaki etkileşimler hikâyenin sadece bir kısmı. Bir dokunun zamanla nasıl gelişeceği sadece genetik etkenler tarafından değil aynı zamanda fiziksel etkenler tarafından da belirlenir.



Bugün DNA, RNA ve proteinler gibi biyolojik moleküllerin yapısı ve işlevleri hakkında büyük bir bilgi birikimine sahipsek bu durum hiç kuşkusuz bu molekülleri incelemeye imkân veren ve uzun zamandır gelişmekte ve çeşitlenmekte olan çok sayıda teknik sayesindedir. Hücrelerin mekanik kuvvetleri nasıl ürettiğini, bu kuvvetleri nasıl algıladığını ve bu kuvvetlere nasıl cevap verdiğini incelemeye imkân veren yöntemlerse görece yakın zamanlarda geliştirilmeye başlandı. Özellikle son 20 yılda yapılan çalışmalar sayesinde mekanik kuvvetlerin biyolojik süreçlerdeki rolü daha iyi anlaşılmaya başlandı.

Embriyonun Şekillenmesi

Memeli embriyolarının gelişiminin ilk aşaması döllenmiş yumurtanın (zigot) çoğalmaya başlamasıdır. İlk birkaç bölünme bir hücre topağının oluşmasıyla sonuçlanır. Embriyonun şekillenmesi ise bu simetrik yapının bozulmasıyla başlar.

Hücre topağı bir süre sonra blastosit diye adlandırılan bir yapıya dönüşür. Blastositin iç kısmında bir miktar sıvı ve zamanla embriyoyu oluşturacak hücreler, dış kısmında ise içteki yapıyı çevreleyen bir hücre katmanı bulunur. İçteki hücreler dıştaki katmana yapışık biçimde bir tarafa toplanmıştır.

Blatositin oluşumunu kontrol eden genetik ve kimyasal etkenler üzerine geçmişte pek çok çalışma yapılmıştı. Yakın zamanlarda ise bir grup araştırmacı bu süreçte yer alan mekanik kuvvetleri incelemeye başladı.

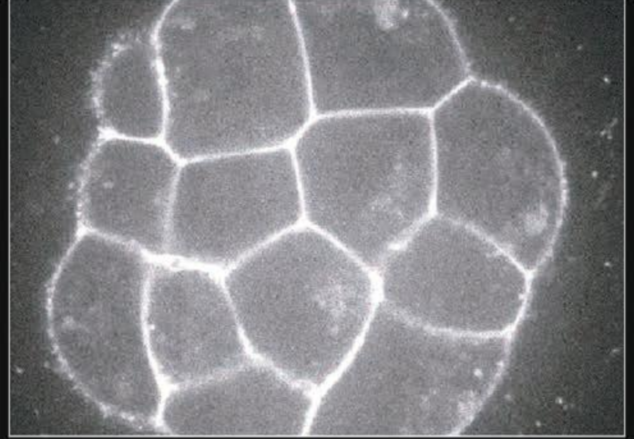
Fransa'daki Curie Enstitüsünden Jean-Léon Maître ve öğrencileri blastositin oluşumu sırasındaki fiziksel değişimleri fareler üzerinde yaptıkları deneylerle incelediler. Elde edilen sonuçlar özetle şöyle: Blastositin içinde biriken sıvı, başlangıçtaki hücre topağını çevreleyen ortamdan geliyor. Dış ortamdaki sıvının basıncı, hücreleri birbirine "yapıştıran" proteinlerin arasının açılmasına neden oluyor ve böylece hücrelerin arasında sıvı birikmeye başlıyor. Çatlamalar ilk olarak yapışkan proteinlerin yoğunluğunun en düşük olduğu bölgelerde görülüyor.

Blastositin içindeki sıvı haznesi (lümen) tek bir seferde oluşmuyor. Önce çok sayıda küçük baloncuk ortaya çıkıyor. Bu baloncuklar çok kısa ömürlü oldukları için blastositi görüntülemede kullanılan yöntem yeteri kadar hızlı değilse gözlemlenemiyorlar. Deneyler mikrometre boyutlarındaki bu baloncukların birbirleriyle senkronize bir biçimde

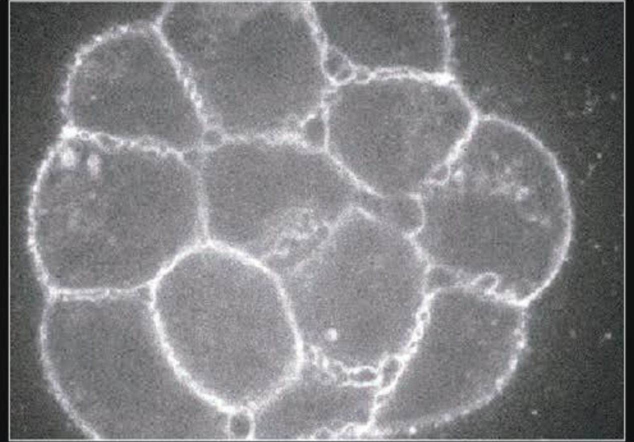
Embriyonun Şekillenmesi

Memeli embriyolarının şekillenmesinde basınçlı su baloncukları rol oynar.

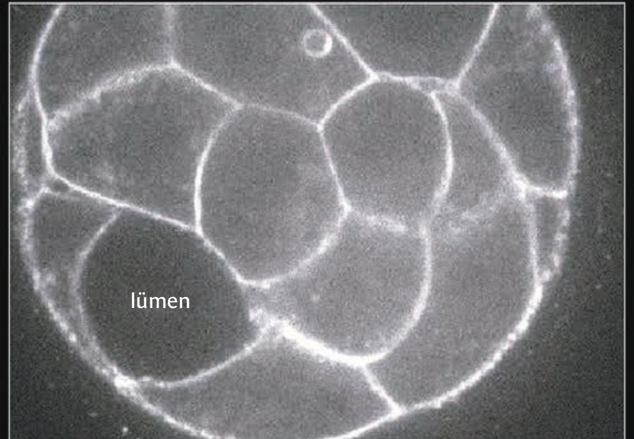
Embriyo başlangıçta yoğun bir hücre topu hâlindedir.



Zamanla hücreler arasında su baloncukları oluşmaya başlar.



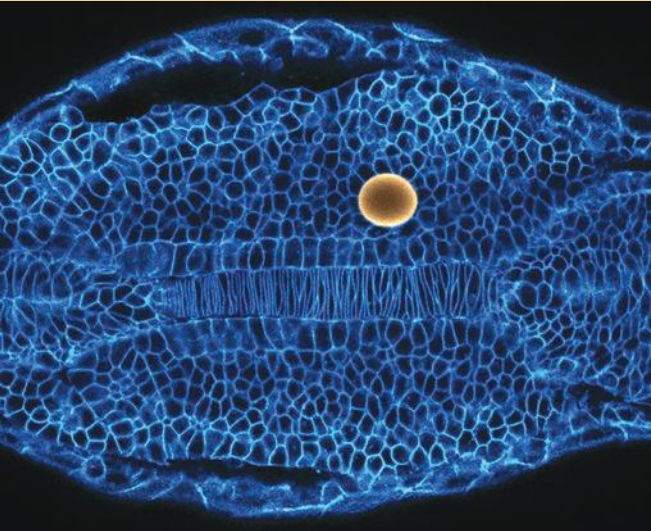
Su baloncukları kaynaşarak lümeni oluşturur.



©nature

tekrar tekrar oluşup yok olduklarını gösteriyor. Zaman içinde tüm baloncuklar tamamen yok olurken sadece bir tanesi büyümeye devam ediyor ve lümeni oluşturuyor.

Peki mikrometre boyutlarındaki baloncuklar nasıl oluyor da lümeni oluşturuyor? İlk akla gelen cevap, bu baloncukların zamanla bir araya gelerek kaynaşması olabilir. Ancak deneyler bu düşünceyi doğrulamıyor. Araştırmacılar süreci detaylı bir biçimde incelediklerinde baloncukların içlerindeki sıvıyı yeniden hücreler arasındaki boşluğa boşalttıklarını gözlemlemişler. Bu durum, hücreler arası bir kanalla bağlantılı iki baloncuktan birinin içindeki sıvının diğerine akması ve dolayısıyla biri yok olurken diğerinin büyümesiyle sonuçlanıyor. Sıvının hangi yönde akacağı ise doğal olarak baloncukların içindeki sıvı basıncı tarafından belirleniyor. Bir baloncuğun içindeki sıvının basıncı, baloncuğun yüzeyindeki gerilime ve eğriliğe bağlı olarak değişir. Gerilimin aynı olması durumunda sıvı basıncı baloncukların büyüklüğü tarafından belirlenir. Daha küçük olan baloncuklar, içlerindeki sıvı basıncı daha yüksek olduğu için, içlerindeki sıvıyı hücreler arasındaki kanallara daha hızlı boşaltıyor. Böylece birbiriyle bağlantılı iki baloncuktan küçük olan yok olurken büyük olan daha da büyüyor. Bu durum, hücreler arasındaki tüm sıvının zamanla tek bir baloncuğun içinde toplanmasıyla sonuçlanıyor.



Alessandro Mongera ve Otger Campàs

Zebrabalığı embriyolarıyla yapılan deneyler sırasında hücrelere kuvvet uygulamak için manyetik damlacıklar (sarı) kullanıldı.

Embriyonun gelişimindeki bu ilk şekillenme, blastositin lümenin bulunduğu taraftan değil, hücrelerin bulunduğu taraftan rahim duvarına tutunmasını sağlar. Rahim duvarına yakın olan taraftaki hücreler zamanla vücudun ön tarafını, uzak olan hücrelerse arka tarafını oluşturur. Bir sonraki adım, embriyonun üst (kafa) ve alt (kuyruk, bacak) kısımlarının şekillenmeye başlamasıdır.

Santa Barbara’daki California Üniversitesinde çalışan Otger Campas ve arkadaşları, kendi geliştirdikleri bir yöntemi kullanarak zebrabalığı embriyolarında kuyruğun oluşmasını sağlayan fiziksel koşulları incelediler. Araştırmacıların geliştirdiği yöntemde önce embriyoyu oluşturan hücrelerin arasına içinde manyetik nanoparçacıklar bulunan yağ damlacıkları enjekte ediliyor. Daha sonra bu nanoparçacıklar manyetik alan uygulanarak hareket ettiriliyor. Böylece yağ damlacıklarının şeklinin bozulması ve hücrelere bir kuvvetin etki etmesi sağlanıyor.

Deneyler sırasında kuyruğun oluşmakta olduğu bölgedeki hücrelerin uygulanan kuvvetler karşısında kolayca deforme olduğu görüldü. Kafa kısmına daha yakın bölgedeki hücreler bir sıvı gibi akarken kuyruğun uç kısımlarına yaklaşıldıkça hücrelerin katılaşmaya başladığı da gözlemlendi.

Araştırmacılar elde ettikleri ilk bulgulardan sonra hücrelerin katı ya da sıvı gibi davranmasına yol açan etkenleri tespit etmek için çalışmaya başladı. Hücrelerin arasındaki ortamda hücrelerin birbirlerine daha güçlü ya da daha zayıf bağlanmalarını sağlayabilecek maddelere rastlanmadı. Ancak hücreler arasındaki mesafelere bakıldığında kafaya yakın kısımlarda hücrelerin birbirlerine daha uzak, kuyruk ucuna yakın kısımlardaysa daha yakın olduğu gözlendi. Başka bir deyişle hücre yoğunluğunun daha düşük olduğu kısımlar akışkan bir hâl alırken daha yüksek olduğu kısımlarsa katılaşıyor. Araştırmacılar gelecekte kolların ve bacakların oluşumunda da benzer fiziksel etkenlerin rol alıp almadığını belirlemek için çalışmalar yapmayı planlıyor.

Kalbin Oluşumu

Embriyonun dış yapısı şekillendikten sonra sıra iç organlara gelir. Bugün iç organların nasıl şekillendiği hakkında fazla bir şey bilinmiyor.

Singapur Ulusal Üniversitesinden Timothy Saunders ve arkadaşları meyve sineklerinde kalbin oluşumunu incelediler. Meyve sineklerinde kalbin şekillenmesi sırasındaki en önemli aşamalardan biri iki dokunun bir araya gelerek tüp biçimli bir yapı oluşturmasıdır. Bir araya gelen dokularda iki ayrı tür hücre bulunur ve kalbin normal bir biçimde oluşabilmesi için aynı tür hücrelerin birbiriyle eşleşmesi gerekir. Çünkü aynı tür hücreler birbirlerine çok daha güçlü bir şekilde tutunur.

Hücreler arasındaki eşleşmeler her zaman mükemmel bir biçimde gerçekleşmez. Ancak bilimsel çalışmalar, meydana gelen yanlış eşleşmelerin daha sonra düzeldiğini gösteriyor. Bu düzeltmeleri sağlayan mekanizmanın ne olduğu, Saunders ve arkadaşlarının yaptığı çalışmalar sayesinde anlaşıldı.

Meyve sineği kalbini oluşturan hücrelerde miyozin II olarak adlandırılan ve yapısı kasların kasılmasını sağlayan miyozin proteinine benzeyen bir tür protein bulunduğu daha önceleri de biliniyordu. Araştırma ekibinin üyelerinden Shaobo Zhang, eşleşmelerin düzelmesini sağlayan şeyin bu proteinlerin sebep olduğu kasılmalar olduğunu düşünerek deneyler yaptı.

Elde edilen sonuçlara göre, miyozin II proteinleri dört dakikalık periyotlarla hücrelerin içinde ileri geri hareket ediyor ve bağlantıların kurulması-kopması olayları da bu süreçle eş zamanlı olarak gerçekleşiyor. Zhang eşleşme sürecindeki normal dokuları lazer ile kestiğinde parçaların iki taraftan tutulup koparılmış gibi birbirlerinden uzaklaştıklarını gözlemledi. Aynı deney miyozin II proteinine sahip olmayan hücrelerle tekrarlandığındaysa hiçbir hareket gözlenmedi ve ortaya çıkan kalp dokusunda yanlış eşleşmeler gerçekleşti. Bu sonuçlar, miyozin II proteinlerinin sebep olduğu periyodik kasılmaların yanlış eşleşmelerin düzelmesini sağladığı şeklinde yorumlanıyor. Bu hipoteze göre, her bir kasılma sırasında zayıf ve yanlış bağlantılar kopuyor. Böylece yanlış türde hücrelerle eşleşmiş hücrelerin takip eden gevşeme sırasında doğru türde bir hücreyle eşleşmesinin yolu açılıyor. Toplam 30-40 dakikaya yayılan bu süreç sağlıklı bir kalp dokusunun oluşmasıyla sonuçlanıyor.

Sinir Sisteminin Gelişimi

Mekanik kuvvetler sinir sisteminin gelişiminde de önemli bir rol oynar. Sinir hücreleri, dentrit olarak adlandırılan çok sayıda uzantıya sahiptir. Bu uzantıların akson denilen bir tanesi özellikle çok uzundur. Sinir hücreleri büyürken aksonlar hedeflerini buluncaya kadar bir yönde uzar.

Yaklaşık 50 yıldan uzun bir süre biyologlar arasındaki hâkim görüş, aksonların uzama sürecinin kimyasal sinyaller tarafından kontrol edildiğiydi. Ancak büyüme hareket demektir ve hareketi kuvvetler sağlar. Dolayısıyla sinir sisteminin gelişim

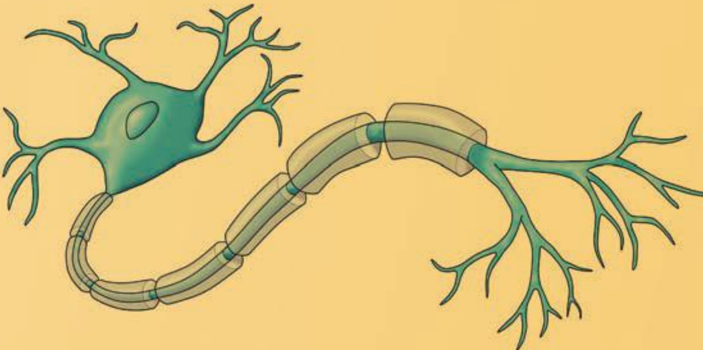

Rasi Bhadramani / iStock


Christoph Burgstedt / SPL

sürecinde mekanik kuvvetler de rol alır. Büyümekte olan sinir hücrelerinin çevrelerine uyguladığı kuvvetin kaynağı bizzat hücrelerin içinde olsa da ortaya çıkan sonucun ne olacağı ortam koşulları tarafından belirlenir.

Cambridge Üniversitesinden Kristian Franze ve öğrencileri, 2016 yılında *Nature Neuroscience*'ta sinir sisteminin gelişiminde mekanik kuvvetlerin rolü üzerine bir makale yayımlamışlardı. Bulgular sinir sisteminin gelişiminde ortamın mekanik özelliklerinin rolünü gözler önüne seriyordu.

Araştırmacılar aksonların yumuşak dokulara doğru büyüdüğünü bulmuştu. Ayrıca aksonların ne kadar uzayacağı ve ne kadar yayılacağı içinde bulundukları dokunun sertliğine ve yumuşaklığına göre değişiyordu. Daha sert ortamda bulunan aksonlar birbirlerine paralel ve düz biçimde hızla büyüyorken daha yumuşak ortamdaki aksonlarsa yavaşça etrafa yayılıyordu. Sert bir dokunun içinde uzamaya başlayan aksonlar, hedefleri olan yumuşak dokuyu bulduklarında etrafa yayılıp sinapslar oluşturuyorlardı. Deneyler, nöronların içinde bulunduğu ortamın yumuşaklığında değişiklikler yapıldığında aksonların çarpık biçimlerde büyümeye başladığını gösteriyordu. Araştırmacılar bu sonuçlara ulaşırken hem gelişmekte olan kurbağa embriyolarının beyin dokularının sertliğini ve yumuşaklığını atomik kuvvet mikroskobu kullanarak incelemiş hem de laboratuvar ortamında embriyoların gözlerindeki ağ tabakadan alınan sinir hücreleri üzerinde kontrollü deneyler yapmışlardı.


Monica Schroeder / SPL

Araştırmacılar elde ettikleri ilk sonuçlardan sonra sinir hücrelerinin büyüme sürecini yönlendiren ortam koşullarının nasıl ortaya çıktığını da inceledi. Sonuçlar, tıpkı zebrabalığı kuyruğunun gelişiminde olduğu gibi, sinir hücrelerinin içinde bulundukları ortamın sertliğinin ve yumuşaklığının da ortamın hücre yoğunluğu tarafından belirlendiğini gösteriyor.

Deri Nasıl Büyür?

Mekanik kuvvetler sadece gelişmekte olan embriyoların yapısını ve organlarını şekillendirmekle kalmaz. Yetişkin canlılar için de önemlidirler. Bu durumun en bilinen örneklerinden biri derinin büyümesidir. Kilo alan hayvanların derisi artan vücut hacmine tepki vererek büyür. Peki ama nasıl?

Mariaceleste Aragona ve arkadaşları derinin mekanik kuvvetlere nasıl tepki verdiğini fareler üzerinde yaptıkları deneylerle incelediler. Önce farelerin derilerinin altına bir gün içinde şişerek 4 ml hacme ulaşan hidrojeller yerleştirildi ve daha sonra hidrojelin şişmesine derideki hücrelerin nasıl tepki verdiği gözlemlendi.

Araştırmacılar hidrojel yerleştirildikten sonraki ilk iki günde, derinin gerilmesinin doğal bir sonucu olarak, hücrelerin kapladığı alanın arttığını ve hücre yoğunluğunun düştüğünü gözlemledi. Ancak dördüncü günün sonuna gelindiğinde genişleyen derideki hücre yoğunluğu yeniden başlangıçtaki seviyeye ulaştı. Bu durum hücrelerin hidrojellerin uyguladığı kuvvete tepki vererek çoğalmaya başladığını gösteriyor.

Elde edilen sonuçların en önemlilerinden biri, derideki kök hücrelerinin tamamının aynı biçimde tepki vermediğinin tespit edilmesi oldu. Araştırmacılar kök hücrelerin daha önceleri bilinmeyen bir alt türünün çoğalarak yeni kök hücreler ürettiğini, başka bir alt türününse başkalaşarak deri hücrelerine dönüştüğünü gözlemledi. Ancak bu süreçler henüz tam olarak anlaşılabilmiş değil. Derideki hücrelerin mekanik kuvvetlere nasıl tepki verdiğinin daha iyi anlaşılmasıyla, derideki yaraları iyileştirmek ya da estetik ameliyatlar için derinin büyümesini sağlayacak yöntemler geliştirmek mümkün olabilir.

photo_Pawel / iStock

Cilt Kanseri ve Mekanik Kuvvetler

Neden bazı tümörlerin iyi bazılarınınsa kötü huylu olduğu fiziksel kuvvetlerle açıklanabilir.

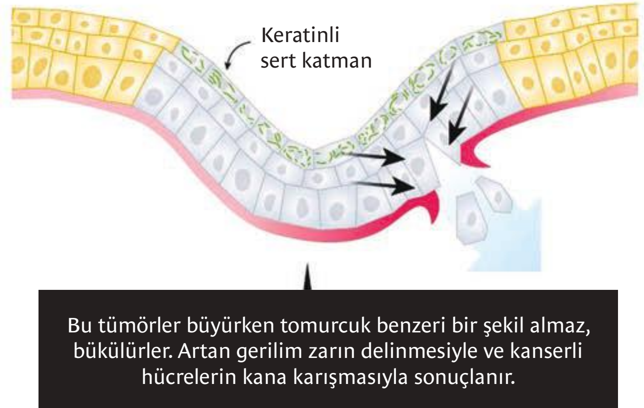
İyi huylu tümörler

Bazal hücreli tümörler altlarındaki zara kuvvet uygular. Tümör tomurcuk benzeri bir şekil alır.



Kötü Huylu Tümörler

Yassı hücreli tümörlerin dış kısmında tümörü aşağı doğru iten keratinli sert bir katman gelişir. Bu tümörlerin alt kısmındaki zar daha incedir.



©nature

Kanser

Hücrelerin anormal bir biçimde büyüdüğü ölümcül bir hastalık olan kanserin gelişiminde de dokuların mekanik özellikleri önemlidir. Tümörler sağlıklı dokulardan daha serttir. Üstelik tümör sertleştikçe daha kötü huylu olur ve kanserli hücrelerin vücuda yayılma ihtimali artar. Eğer tümörlerin fiziksel özelliklerini değiştirmeye imkân veren tedaviler bulunabilirse kanseri daha az tehlikeli hâle getirmek mümkün olabilir.

Rockefeller Üniversitesinde çalışan Elaine Fuchs ve öğrencileri, bazı cilt kanseri türlerinin diğerlerinden daha tehlikeli olmasına neden olan fiziksel etkenleri tespit etmek için çalışmalar yaptı. Araştırmacılar biri bazal hücreli kanser, diğeri yassı hücreli kanser olarak adlandırılan iki cilt kanseri türüne odaklandı. Hem bazal hücreli tümörler hem de yassı hücreli tümörler büyüdükçe altlarındaki deriyi daha derin dokulardan ayıran zarı zorlamaya başlıyor. Bazal hücreli tümörler genellikle bu zara zarar vermiyor. Yassı hücreli tümörlerse çoğu zaman zarı deliyor ve kanserli hücreler kan dolaşımına karışarak vücuda dağılıyor.

Araştırmacılar iki kanser türünü fareler üzerinde deneyler yaparak incelediklerinde iyi huylu ve kötü huylu tümörlerin farklı biçimlerde büyüdüğünü tespit ettiler. İyi huylu tümörler altlarındaki zarı zorladıkça tomurcuk benzeri bir şekil alıyor. Kötü huylu tümörlerse büyüdükçe bükülüyor. İyi huylu tümörlerin altındaki zar katmanı kötü huylu tümörlerin altındakine kıyasla daha kalın ve yumuşak oluyor. Ayrıca kötü huylu tümörlerin dış kısımlarında deri hücrelerinin başkalaşmasıyla oluşan keratinli sert bir katman gelişiyor ve bu sert katman alttaki zarın üzerine kuvvet uygulayarak kanserli hücrelerin zarı delip kan dolaşımına karışmasını kolaylaştırıyor.

Araştırmacılar bir sonraki hedeflerinin hücrelerin bu mekanik kuvvetleri nasıl algıladığını ve neden bazı durumlarda zar katmanı kalınlaşırken bazı durumlarda sert keratinli bir katmanın ortaya çıktığını anlamak olacağını söylüyorlar.

Sonuç

Mekanik kuvvetlerin biyolojik süreçlerdeki rolü görece yakın zamanlarda üzerine araştırmalar yapılmaya başlanmış bir alan. Yeni yöntemler geliştirilmeye ve farklı sistemler incelenmeye devam edildikçe konu hakkındaki bilgi birikimi artmaya devam ediyor. Gelecekte üzerine yoğunlaşılması beklenen bir alansa mekanik kuvvetler ile gen etkinlikleri arasındaki ilişkiler. ■

Kaynaklar

- Dance, A., “Life Force”, *Nature*, Cilt 589, s. 186, 2021.
- Dumortier, J. G., ve ark., “Hydraulic fracturing and active coarsening position the lumen of the mouse blastocyst”, *Science*, Cilt 365, s. 465, 2019.
- Serwane, F., ve ark., “In vivo quantification of spatially varying mechanical properties in developing tissues”, *Nature* Methods, Cilt 14, s. 181, 2017.
- Mongera, A., ve ark., “A fluid-to-solid jamming transition underlies vertebrate body axis elongation”, *Nature*, Cilt 561, s. 401, 2018.
- Zhang, S., ve ark., “Periodic Oscillations of Myosin-II Mechanically Proofread Cell-Cell Connections to Ensure Robust Formation of the Cardiac Vessel”, *Current Biology*, Cilt 30, s. 3364, 2020.
- Koser, D. E., ve ark., “Mechanosensing is critical for axon growth in the developing brain”, *Nature Neuroscience*, Cilt 19, s. 1592, 2016.
- Thompson, A. J., ve ark., “Rapid changes in tissue mechanics regulate cell behaviour in the developing embryonic brain”, *eLife*, https://elifesciences.org/articles/39356#content, 2019.
- Aragona, M., ve ark., “Mechanisms of stretch-mediated skin expansion at single-cell resolution”, *Nature*, Cilt 584, s. 268, 2020.
- Fiore, V. F., ve ark., “Mechanics of multilayer epithelium instruct tumor architecture and function”, *Nature*, Cilt 585, w. 433, 2020.
- Schliffka, M. F., ve ark., “Multiscale analysis of single and double maternal-zygotic Myh9 and Myh10 mutants during mouse preimplantation development”, *bioRxiv*, https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.09.10.291997v1.article-info, 2020.

Su Kirliliğine Yol Açan Boyar Madde Sorununa Yeni Bir Çözüm

Dr. Tuncay Baydemir | *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Su kirliliği çevre ve insan sağlığı için önemli bir sorun teşkil ediyor. Özellikle su kaynaklarındaki boyar maddeler ciddi su kirliliğine neden oluyor. Küresel anlamda çeşitli endüstri kollarında yılda yaklaşık 700.000 ton boyar madde kullanılıyor ve bu maddeler suların kirletilmesinde önemli bir rol oynuyor. Bu maddeler su kirliliğine neden olmanın yanında sucul bitkilerin fotosentezi için gerekli olan güneş ışınlarının iç bölgelere ulaşmasına da engel oluyor ve sudaki yaşam koşullarını olumsuz etkiliyor.

Boyar maddelerle kirletilmiş su kaynaklarının kullanımı sağlığı pek çok bakımdan olumsuz etkiliyor. Hatta öyle ki bu maddeler canlılar üzerinde kanser ve mutasyona yol açabilecek toksik etkiler gösterebiliyor. Bu nedenle boyar madde kirleticilerinin su kaynaklarından uzaklaştırılması için etkili yöntemler geliştirmek gerekiyor. Boyaların kirlenmiş su kaynaklarından uzaklaştırılması çevresel kirleticilerin miktarının ve çevre ile sağlığa olan olumsuz etkilerinin azaltılmasında büyük önem taşıyor.

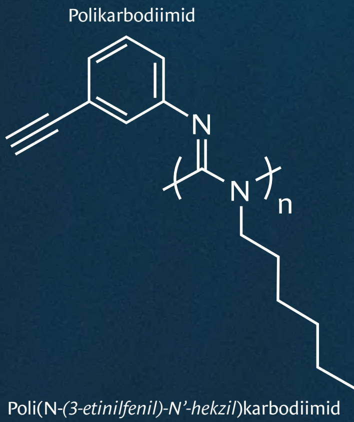
Çok yönlü kimyasal yapılara, şekillere ve boyutlara sahip olan sentetik polimerler, ayarlanabilir özellikleriyle boyaları kirlilik kaynağından uzaklaştırmak için en uygun adaylardan biri görülüyor. Sentetik polimerlerin boyaları uzaklaştırma kabiliyeti de polimer/boya türüne, çözeltinin asitliğine, moleküler düzeydeki etkileşimlere ve boya derişimine bağlı olarak değişkenlik gösterebiliyor.

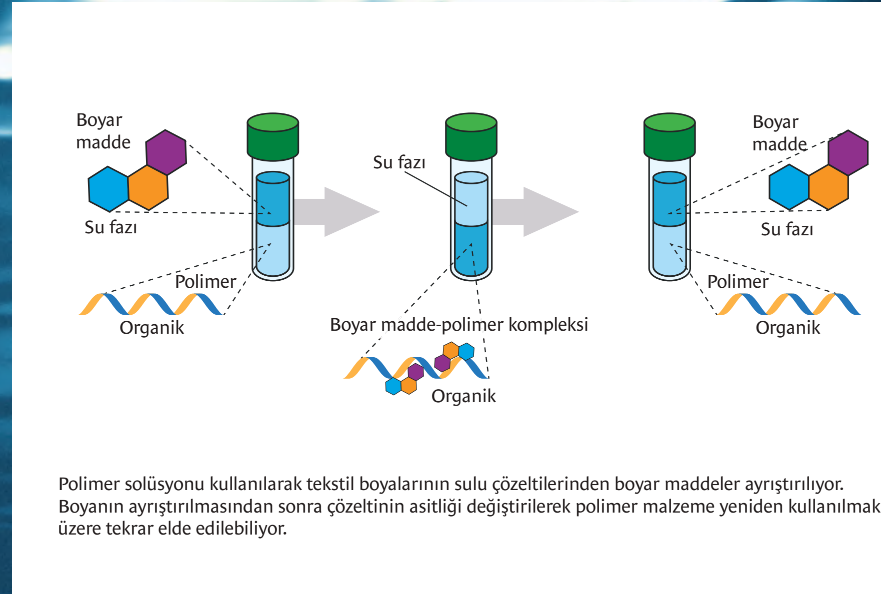
North Carolina State Üniversitesinden araştırmacılar, yaptıkları yeni bir çalışma ile sentetik polimer kullanarak sudaki boyaları ayrıştırabildiklerini ve polimer maddeyi geri kazanarak aynı amaç için tekrar kullanabildiklerini gösterdi. Çalışma *ACS Applied Polymer Materials* dergisinde yayımlandı. Bulgulara göre, bu yöntem, çeşitli endüstri kollarındaki atık suların etkili bir şekilde temizlenebilmesi için önemli bir potansiyel taşıyor.

Boyar maddeler başta tekstil olmak üzere ilaç, kozmetik, kağıt, deri ve ilaç gibi pek çok büyük endüstri kolunda kullanılıyor. Endüstriyel işlemler sonucunda bu kirleticilerin atık sulardan uzaklaştırılmaması ise çok ciddi çevre kirliliğine yol açıyor ve canlı sağlığı için büyük risk oluşturuyor. Makalenin baş

yazarı Januka Budhathoki-Uprety ve arkadaşları yaptıkları çalışmada polikarbodiimid (PCD) sentetik polimerini sentezleyip kullandı.

Polikarbodiimid (PCD) polimerler, azot bakımından oldukça zengin sentetik polimerlerdir. Sentez ve polimerleşme aşamalarında gerçekleştirilen işlemlerle polimerin özellikleri istenildiği gibi ayarlanabiliyor. PCD polimerlerinde, azot içeren ana zincir ve modifikasyona uygun yan zincirler bulunuyor. Böylece sentetik boyalarla hidrojen bağı, iyonik etkileşimler ve hidrofobik (suyu sevmeyen, su iten) etkileşimler gibi yollarla polimer-boya kompleks maddeleri oluşturmayı ve bu sayede kirlenmiş su kaynaklarından boyar maddeleri uzaklaştırmayı başarıyorlar.





Polimer solüsyonu kullanılarak tekstil boyalarının sulu çözeltilerinden boyar maddeler ayrıştırılıyor. Boyanın ayrıştırılmasından sonra çözeltinin asitliği değiştirilerek polimer malzeme yeniden kullanılmak üzere tekrar elde edilebiliyor.

Araştırmada önce PCD bir çözücü içerisinde çözdürüldü sonra boyar maddeyi uzaklaştırma kabiliyeti tekstil endüstrisinde kullanılan 20 farklı boya maddesi üzerinde test edildi. Araştırmacıların ilk değerlendirmeleri gözlemsel verilere dayanıyordu. Polimer çözeltisini boyayla kirlenmiş suyla karıştırdıklarında polimer çözeltisi boyayı tuttu ve tıpkı yağ-su örneğinde olduğu gibi karışım dakikalar içerisinde iki faza ayrıldı. Böylece boyar maddeden arındırılmış su ortamdan kolaylıkla alındı. Daha sonra ise polimer malzemenin boyar maddeleri ayrıştırmadaki etkinliği detaylı analiz teknikleri ile ölçüldü.

Araştırmanın sonuçları boyar maddeler yüzünden kirlenen suların temizlenmesi ve böylece ortaya çıkan olumsuz etkilerin önüne geçilmesi bakımından oldukça önemli sayılıyor. Yapılacak yeni çalışmalarla daha fazla boyar madde çeşidi üzerinde kullanmak üzere bir polimer kütüphanesi oluşturmayı hedefleyen araştırmacılar, ayrıca çözelti kullanmak yerine katı hâldeki polimer malzemelerle de aynı işlevi gerçekleştirebilmeyi planlıyorlar. ■

Kaynaklar

Lord, M.D., Neve, G., Keating, M. ve Budhathoki-Uprety, J., "Polycarbodiimide for Textile Dye Removal from Contaminated Water", *ACS Applied Polymer Materials*, 4, 6192-6201, 2022.

https://phys.org/news/2022-08-method-dyes-wastewater.html

BİLİM TARİHİNDEN NOTLAR

Prof. Dr. Hüseyin Gazi Topdemir
[*Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Felsefe Bölümü, Bilim Tarihi Anabilim Dalı*

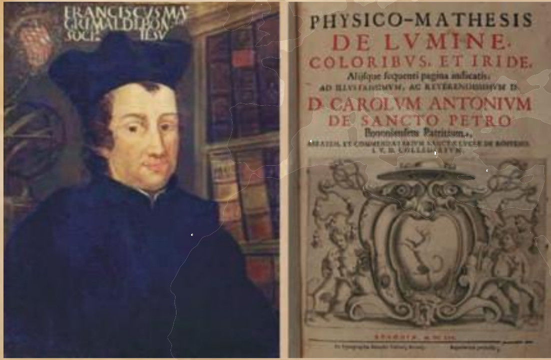
Modern Dönemdeki Optik Çalışmaları: Girişim

Isaac Newton'un (1643-1727) geliştirdiği ışığın parçacık modeli, aslında hem ışık ışınlarının doğrusal yayılımı, yansıması ve kırılması gibi geleneksel optik konularını hem de renklerin oluşumunu olgusal, kuramsal, deneysel ve matematiksel olarak başarıyla açıklıyordu. Dolayısıyla, bu açıdan değerlendirildiğinde kusursuzmuş gibi görünüyordu. Görmenin gerçekleşmesinde esas bir bileşen olduğu için, Newton sözü edilen konular içerisinde ışığın niteliği, kaynağı, yayılımı, aydınlatma yeğinliği ve görmeyi ne şekilde etkilediği gibi konular üzerinde daha fazla durmuştu. Ondan önceki pek çok bilim insanının da ışıkla ilgili konulara benzer bir yaklaşımı vardı, yani onlar da ışığın yayılımını temel araştırma konuları olarak benimsemişlerdi.


Sheila Terry / SPL

Isaac Newton'un ışık üzerine yaptığı bir deney

Görme konusundaki yerleşik düşünceye göre, en ideal biçimde göz baktığı yönde ve tam karşısında olanı görüyordu. Bu da şu anlama geliyordu: Işık doğru çizgiler boyunca yayılır ve aydınlattığı nesnelerin görüntüleri de göze aynı yolla ulaşır. Öneminden dolayı bu iddianın doğruluğunun peşine düşülmesi son derece doğaldı. Yine de İslâm dünyasının dışında tüm Orta Çağ boyunca bu konuya Batıda fazla ilgi gösterilmedi. Fakat Modern dönemin başlarında konunun öneminin anlaşılmasıyla yoğun bir biçimde deneysel olarak araştırılmaya başlandı. Bu amaçla deneyler yapan bilim insanlarından biri de Francesco Maria Grimaldi (1618-1663) oldu. Deney sonuçlarını *Physico-Mathesis de Lumine, Coloribus, et Iride* (Işık, Renk ve Gökkuşağı Üzerine Fiziksel-Matematiksel İnceleme) başlıklı kitabında topladı.

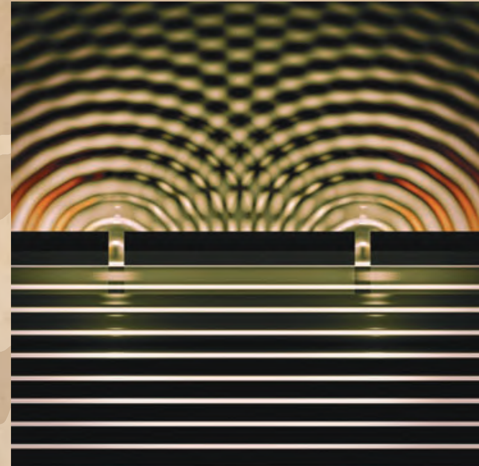


rua.ua.es

Francesco Maria Grimaldi ve Physico-Mathesis de Lumine, Coloribus, et Iride başlıklı kitabının kapak görseli

Grimaldi, ışığın doğasını ve doğrusal yayıldığını irdelemek için düzenlediği ilk deneyin sonucunda, [Dergimizin Mart 2023 sayısına bakılabilir] yerleşik düşüncenin aksine, gölgelerin eştürel olmadığını belirledi. Buradan yola çıkarak da ışık ışınlarının düz çizgiler boyunca yayılmadığını ve opak nesnelerin kenarlarından bükülebildiğini çıkarsadı. Çıkarımı doğruysa, ışığın doğasına ilişkin yepyeni bir keşifte bulunmuştu: Işık, yansıyabildiği ve kırılabildiği gibi, bükülebilmekteydi de! Buna kırınım (diffraction) adını verdi. Peki, bu gerçekten doğru muydu? Işığın büküldüğünden kati bir şekilde emin olmak isteyen Grimaldi, ikinci bir deney daha tasarladı. Bu deney, ilkinden düzenek olarak farklı olsa da esas itibarıyla yine ışığın düz çizgiler boyunca yayıldığını göstermeyi amaçlıyordu.

Deneyde, karanlık odaya sızan ışık demeti, birbirlerinden belirli uzaklıkta bulunan iki dar aralıktan geçip perde üzerine düştüğünde oluşan ışıklı alan incelenecekti. Başka bir deyişle, bu kez gölgenin değil, ışıklı alanın her tarafının aydınlanma yeğinliğinin eştürel olup olmadığı belirlenecekti. Optik tarihinde daha sonra fazlasıyla detaylandırılacak ve



Russell Kightley / SPL

Çift yarık deneyi

victoriya89 / iStock

sorrapong / iStock

"çift yarık deneyi" olarak ünlenecek eş fazlı iki ışık demetinin dar bir aralıktan geçip üst üste binmesi sonucunda oluşan parlak ışık demetinin incelendiği araştırmaların ilk örneğini gerçekleştiren Grimaldi, deney sonucunda bir kez daha şaşırdı. Yine, beklediğinin aksine, ışık demetinin her yeri eştürel parlaklıkta değildi. Artık ışığın düz çizgiler boyunca ilerleyen tanecikler dizisi olmadığından emin olmuştu. Aynı zamanda deney ona sonraları "ışığın girişimi" adı verilen optik fenomeninin de ilk izlerini göstermişti. Nitekim daha sonraki yıllarda ışığın davranışını anlamak için dar aralıklardan geçerken uğradığı değişimleri belirlemek amacıyla çeşitli deneyler tasarlanacaktı.

Girişimin Keşfi

Kırınım kadar eskilere gitmemekle birlikte, girişim fenomeninin keşfine yol açan araştırmaların esasını oluşturan husus da yine ışık ışınlarının doğrusal yayıldığı ve dar bir aralıktan geçtiklerinde bile karışmadıklarını yani yine düz çizgiler boyunca yayıldıklarını göstermek gayretinin sonucunda meydana çıktı. Konuya ilişkin erken dönemlerde detaylı bilgi veren bilim insanlarından biri İbnü'l-Heysem'di (965-1039). *Kitâbü'l-Menâzır*'da (Optik Kitabı) açıkladığı karanlık oda deneylerinden birinde konuyla ilgili şu değerlendirmeye yer vermişti: "Işık ışınları ve renkler havada ya da benzeri saydam ortamlarda yayılırken karışmaz. Bunu şöyle bir deneyle görmek mümkündür. Işıklarının karanlık odaya nüfuz ettikten sonra bir perde üzerine düşürüldüğü dar bir deliğin önüne farklı uzaklıkta ve şekilde konumlandırılmış birkaç mum yerleştirilmiş olsun. Delikten düz bir çizgi boyunca geçerek karanlık odaya giren her bir mumun ışığının, mumun konumuna uygun şekilde, ancak perde üzerinde ters bir biçimde [baş aşağı] görüntü oluşturduğu görülecektir. Eğer mumlardan birinin ışığı söndürülürse yalnızca söndürülen mumun görüntüsü ortadan kalkar, yakıldığında tekrar geri gelir... Bu demektir ki, ışıklar havada karışmaz ve düz çizgiler hâlinde yayılır."



İbnü'l heysem

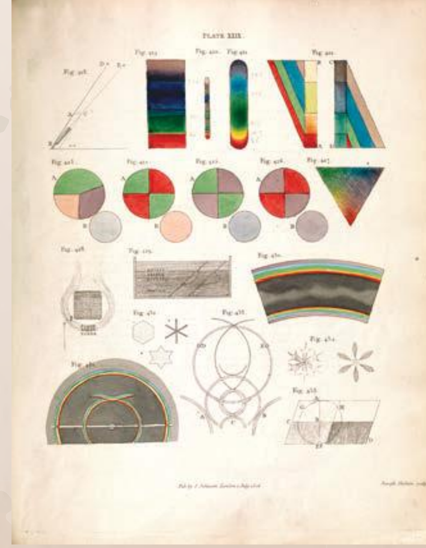
Dikkat edilirse İbnü'l-Heysem hem karanlık odada görüntülerin ters biçimde oluştuğunu hem de ışınların karışmadığını ileri sürmüştü ancak ışık ışınlarının karanlık odaya girdikten sonra deliğin kenarlarında bükülmeye uğradığından söz etmemişti. Benzer şeyleri Leonardo da Vinci (1452-1519) de belirtmişti. Ona göre de her bir nesne kendi görüntüsünü, kendini sarmalayan ortam içerisinde düz çizgiler boyunca göze aktarıyordu. Benzer düşünceleri René Descartes (1596-1650) da benimsemişti. *Le Monde, ou Traité de la Lumière* (Dünya ya da Işık İncelemesi) başlıklı kitabında verdiği bilgilere göre farklı yönlerden gelip farklı yönlere yayılan ışık çizgileri birbirlerine karışmaksızın tek bir noktadan geçebilirdi. Bu bilgilerden dolaylı veya doğrudan haberdar olan Grimaldi'nin tasarladığı deneyde karşılaştığı sonuca şaşırmamasını beklemek haksızlık olur. Bu kadar yerleşik ve kabul gören bir bilgiye karşı farklı bir gözlem sonucunu bilim çevrelerine duyurmadan önce bulgularından kesin bir şekilde emin olmak istemesi bu yüzden doğal.

İşte, ikinci deneyini bu koşullar altında düzenleyen Grimaldi, yine karanlık bir oda hazırladıktan sonra bu kez karanlık odaya giren Güneş ışığının önüne aynı düzlemde bulunan ve birbirlerine göre belirli mesafelerde konumlandırılmış, üzerlerinde dar delikler bulunan iki opak nesne koydu ve ışık kaynağından gelerek odaya yayılan ışık konisinin bu iki delikten geçerek perde üzerine düşmesini sağladı. Perdede oluşan aydınlık alanı dikkatle incelediğinde, ışık ışınlarının düz çizgiler

boyunca yayıldığı bilgisinin bir sonucu olarak gerçekleşmesi gereken aydınlık alanın çapının (ışığın girdiği deliklerin büyüklüğüyle orantılı şekilde) olması gerekenden daha büyük bir ışıklı alan oluşturduğunu ve ışıklı alanın parlaklığının da her noktada eşit (eştürel) olmadığını gördü. Bu gözlemi ve daha önce bahsettiğimiz deneyde gözlemlediği gölgelerin içindeki saçaklanmalar, ışık ışınlarının doğrusal yayıldığı düşüncesinin gerçeği yansıtmadığını gösteriyordu.

Ancak işin içinden çıkmak kolay değildi. Zira ışığın opak nesnelerin kenarlarından büküldüğünü söylemek belki ilk anda ışığa ilişkin yeni bir özelliğin keşfi olarak görülüp heyecan uyandırdıktan sonra bir kenara bırakılabilir gibi geliyordu. Fakat ikinci deneyle birlikte artık ışığın doğasının parçacık değil, dalga nitelikli olduğu açık seçik anlaşılmıştı. Bununla birlikte Grimaldi, dalga biçiminde ilerlediğini anladığı ışık demetinin nasıl düz bir doğrultu boyunca yol aldığını açıklayacak yetkinlikte değildi ve bu noktada karşılaştığı başka güçlükler de vardı. Bilinen bütün akışkanların dalga demetleri bir ortamda gerçekleşiyordu; yani su dalgaları suda, ses dalgaları da havada oluşuyordu. Işık dalga ise onun oluşmasını mümkün kılan ortam neydi? Cevapsız sorular çığ gibi büyüyordu.

Işığın düz çizgiler boyunca yayılan tanecik akışından oluşmadığı deneysel olarak anlaşılmıştı. Ancak Grimaldi'nin konu hakkında yeterli, gerekli ve doyurucu açıklama yapamaması optik biliminin sonraki zamanlarda elde edeceği gelişmeyi geciktiriyordu. Nitekim konunun



Royal Institution Of Great Britain / SPL

Thomas Young'ın bazı optik olaylarla birlikte görünür ışık için renk spektrumu çizimleri.

belirli bir olgunluğa ulaştırılması, kırınım ve girişim özelliklerinden dolayı, ışığın doğasının dalga nitelikli olduğunun olgusal, kuramsal ve matematiksel olarak açıklanabilecek düzeye gelmesi ancak 19. yüzyılın başlarında mümkün oldu. Bu süreç gerçekten heyecan verici bir keşifler dizisiydi. Grimaldi'nin gözlemi kısa sürede bilim topluluklarınca ciddiye alınarak değerlendirildi. Böylece, ışığın polarize olduğu, yani belirli yönlerde kutuplandığı kısa bir süre içinde keşfedildi. Sonuçta kırınım da dâhil olmak üzere girişim ve diğer optik fenomenler daha kapsamlı kuramsal araştırmalara konu edildi ve nihayet 19. yüzyılda dönemin çok yönlü bilim insanlarından biri olan Thomas Young (1773-1829) ışığın doğasının dalga nitelikli olduğunu savunan dalga modelini ilk defa kuramsal çerçeveye oturtabildi.

Gelecek sayıda ışığın dalga modeli konusundaki araştırmaları ele alacağız. ■

Kaynaklar

Ronchi, V., The Nature of Light a Historical Survey, Trans. V. Barocas, Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1970.

Topdemir, H. G., Işığın Öyküsü: Mitolojiden Kuantum Elektrodinamiğine Işık Kuramlarının Tarihsel Gelişimi, (4. Baskı), Ankara: TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 2019.

Doğa
Fauna

Dr. Bülent Gözcelioğlu [*turkiye.dogasi@tubitak.gov.tr*

Endemik Zenginliğimizi Korumak

Türkiye'nin Tatlısu Balıkları III

Tatlısu biyoçeşitlilik krizini yönlendiren temel zorluklar; kirlilik, türlerin sömürülmesi, yabancı türlerin ortaya çıkması, iklim değişikliği, mikroplastikler, sulak alanlarının hızla kuruması, artan insan nüfusu, aşırı avlanma ve istilacı türler, ormansızlaşma, tarımsal ilaçlama ve habitat tahribatıdır. Genellikle habitat tahribatı, balıkların göç yollarını tıkayan ve habitatları bozan su yönlendirme sistemleri ve barajların inşası ile insan kullanımı için su çıkarılması faaliyetleri ile gerçekleşiyor.

Tatlısu habitatları önümüzdeki yıllarda yok olma tehlikesiyle daha fazla karşı karşıya kalacak. Bununla birlikte, tatlısu biyoçeşitliliğini etkileyen faktörler ve insan eylemleri, restorasyon ve rehabilitasyon koruma çerçeveleri sayesinde hafifletilebilir. Bu noktada, koruma yasaklarının yeterince uygulanmaması tehlikelere yönelik farkındalığın gelişmemesinden ve endişe eksikliğinden kaynaklanıyor.

Tatlısu ekosistemleri ve habitatlarını restore ederek iyileştirmek için tatlısularda alg patlamalarının önüne geçmek, sediman birikimini engellemek, aşırı büyüyen bitkileri toplamak ve oksijen sorunlarını azaltmakla mümkündür.

Yabancı türlerin tatlısu ekosistemine girişi genelde insan kaynaklıdır. Farkındalık oluşturarak akvaryumdan balıkların herhangi bir tatlısuya atılmaması ve bir kaynakta yakalanan balığın farklı bir su birikintisine bırakılmaması gerektiği öğretilebilir. Ayrıca mevcut kanunların uygulanmasıyla aşırı avlanma ve yasak avcılığın önüne geçilebilir.

Prof. Dr. Faruk Soydugan
[*fsoydugan@comu.edu.tr*

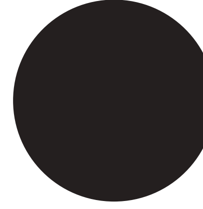
06 Nisan
Dolunay



13 Nisan
Son dördün



20 Nisan
Yeni ay



28 Nisan
İlk dördün



Uzay Havası

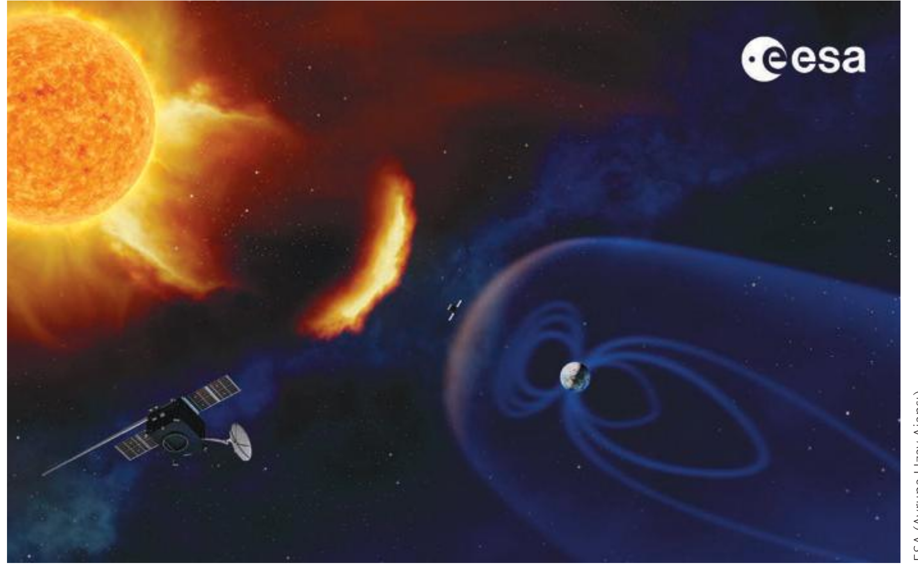
Radyo başında ajans dinlenilen ve yalnızca belirli vakitlerde hava durumu ve tahminlerini aldığımız günlerden anlık hava durumuna ilişkin bilgi ve gelecek günlere dair çok daha hassas uydu tabanlı tahmin verilerini her istediğimizde telefonlarımızdan edinebildiğimiz günlere geldik. Mavi tonlarda gökyüzü, bazen farklı renklerde dolaşan bulutlar, farklı şiddetlerde rüzgâr, kar, dolu, değişen sıcaklıklar ve dahası hava durumu kapsamında konuşuluyor; profesyoneller ve amatörler tarafından takip ediliyor. Herhangi bir araç kullanmadan kafamızı gökyüzüne kaldırdığımızda atmosferdeki yerel durumu gözlemeye ve okumaya çalışmak bizler için başka bir ayrıcalık ve keyif olabiliyor. Hava durumu, atmosferimizde her gün meydana gelen olayların karışımıdır.
Hava durumu, dünyanın farklı koordinatlarında farklı olmasının yanında aynı noktada bile dakikalar, saatler, günler ve haftalar içinde değişiklik gösterir. Çoğu hava durumu olayı, atmosferin yeryüzüne en yakın kısmı olan troposferde gerçekleşir. Hava durumu gibi kısa süreli hava olaylarının yanında, daha uzun zaman ölçeğinde iklim olayları ve değişimleri de güncel takip ettiğimiz veya etmek zorunda olduğumuz süreçlerden. Uzun yılların ortalamasına dayanan hava durumu modeline iklim denir. Küresel iklim ise tüm bölgesel iklimlerin ortalaması anlamına gelir. İklim olayları ve değişikliği, hava durumunu etkiler ve onun da değişime uğramasına neden olur. Atmosferde gerçekleşen bu kısa ve uzun zaman ölçeklerindeki hava ve iklim olaylarını, çok dinamik ve kaotik bir yapıyla karşı karşıya olduğumuz için açıklamak kolay değildir. Buna karşın, insanlığın yaşamı için gerek hava durumu gerekse iklim ve bunların değişimlerini anlamak son derece kritiktir.

Atmosferin alt katmanlarında gözlenen hava olaylarının uzaydaki veya atmosfer dışındaki karşılığı son dönemde oldukça yakından takip ediliyor. Peki “uzay havası” nedir? Kaynağı, etkileri ve değişimleri konusunda neler söylenebilir? İnsanlık için uzay havası neden önemlidir? Uzay havası, dünyadaki havadan çok farklıdır. Dünyadaki hava durumu; sıcaklık, nem ve hava basıncı gibi yağış ve rüzgârla birlikte fırtınalar üretebilen atmosferik koşulları konu alır. Atmosferi terk ettiğimizde, yani uzayda, Dünya’daki anlamıyla su ve hava kavramlarından bahsedemeyeceğimiz için yağış da olmaz ancak farklı anlamda da olsa, rüzgâr vardır. Uzay bir vakum ortam değildir. Uzayda elektromanyetik radyasyon ve yüklü parçacıklar bulunur. Güneş sistemi bünyesindeki uzay ortamı, Güneş’teki etkinliklerle değişime uğrar. Başka bir deyişle uzayda fırtınalar esiyor ama bunlar yağmur veya kar içermeden uzayda yayılan elektromanyetik dalgalar ve Güneş rüzgârından oluşuyor.

Uzay havası denildiğinde; Dünya ile Güneş arasındaki bölgede yani uzayda gerçekleşen, Dünya’ya ve insanlığın kullandığı teknolojilere, aynı zamanda yaşama ve sağlığa etki eden değişimler konu ediliyor. Dünya’daki hava olaylarına benzer şekilde, uzay havası da dönemsel değişimler gösterir. Uzay havasının değişimi, 11 yıllık çevrime sahip Güneş aktivitesine bağlıdır. Uzay havası; temelde Güneş’teki koronal kütle atımları, parlamalar ve parçacık çıkışlarını içeren Güneş fırtınalarıyla şekillenir. Bazen bu fırtınalar Dünya’ya veya Dünya’nın üst atmosferine ulaşarak uydu tabanlı konumlandırma ve navigasyon,

yüksek frekanslı radyo iletişimi ve elektrik şebekesi olmak üzere farklı teknolojik sistem ve aygıtları etkileyebilir.

Güneş'in manyetik alanı oldukça değişkendir. Güneş'te meydana gelen konveksiyon ve diferansiyel dönme etkisiyle iki kutuplu bir manyetik alandan düzensiz manyetik alana geçişler olur ve bu alan tekrar iki kutuplu düzenli yapıya döner. Bu çevrimsel değişimlerin en iyi takip edildiği yapılar, Güneş'in alt atmosferi olan ışıkkürede (fotosfer) gözlenen güneş lekeleridir. Güneş lekeleri, ortalama manyetik alandan daha güçlü manyetik alan şiddetine sahip ve yüzeye göre daha soğuk bölgelerdir. Aslında Güneş'te yer alan yüksek şiddetteki bu manyetik alan bölgeleri, uzay havasının kaynaklarıdır. Güneş ışınımı kaynaklı fırtınalarda elektron ve protonlar, yani yüklü parçacıklar, koronal kütle atımları ve parlamalarla ivmelendirilir. Bu parçacıklar uzayda karşılaştıkları manyetik alan çizgilerini takip eder. Dünya'ya yaklaştıklarında ve onun manyetik alanı ile karşılaştıklarında manyetik alan bölgesinde bir baskı oluştururlar. Yüksek enerjili yüklü parçacıklar, bir Güneş parlamasından 30-40 dakika sonra Dünya'ya ulaşabilir.



ESA (Avrupa Uzay Ajansı)


Roberto Moiola / Sysaworld / Getty Images

Uzay havası içinde önemli olaylardan biri de jeomanyetik fırtınalardır. Bu fırtınalar, Güneş rüzgârındaki artışla bağlantılı olarak Dünya'nın manyetik alanında ortaya çıkan geçici bozulmalardır. Güneş manyetik alanı ve rüzgârı, Dünya'nın manyetik alanıyla etkileşime girdiğinde bu fırtınalar meydana gelir. Uzay havasının ana kaynaklarından biri de Güneş'in üst atmosferinde gerçekleşen koronal kütle atımlarıdır. Koronal kütle atımları, manyetosferi gece tarafında gererek manyetik yeniden birleşme yoluyla enerji salınmasına neden olur. Dünya'nın üst atmosfer bölgesi olan iyonosferdeki değişimler, genellikle jeomanyetik fırtınalarla ilişkilendirilir.

Uzay havasının kaynaklarına kısaca değindikten sonra uzay havasının gezegenimiz üzerindeki etkilerine biraz daha yakından bakalım. Jeomanyetik fırtınalar, atmosferin elektrik yüklü tabakası olan iyonosferi değiştirerek GPS'in (Küresel Konumlandırma Sistemi) doğruluğunu ve kullanılabilirliğini etkileyebilir çünkü bir GPS sinyalinin uydudan yerdeki alıcısına ulaşması için iyonosfer tabakasından geçmesi gerekir. Jeomanyetik fırtınalar şiddetlendiğinde iyonosfer bozulmaları daha fazla olur, hatta GPS kilitlenebilir. Bu hatalar ve sinyal bozulmaları, GPS'in kullanıldığı pek çok alan ve uygulama (ölçme ve zamanlama, tarım, petrol sondajı vb.) için ciddi olumsuz etkiler oluşturabilir. Dünya yörüngesinde iletişim, meteoroloji, savunma ve çok daha fazla alanda uygulamaları olan binlerce uydu bulunuyor. Güneş fırtınaları, uyduların elektronik ekipmanında ve yıldız izleyicilerde hata veya hasara neden olarak uzay aracının yönünü bulmasını zorlaştırabilir. Jeomanyetik fırtınalar, atmosferin ısınmasına ve genişlemesine yol açar; bu da yörüngedeki bir uydunun daha fazla sürüklenmesi veya yavaşlaması gibi olumsuz sonuçlar doğurabilir. Ayrıca, fırtınalar elektrostatik deşarj durumları ortaya çıkararak uydulara zarar verebilir. Sonuçta, en kötü durumda, uzay havası uyduların arızalanmasına neden olabilir. Sıklığı fazla olmasa da astronotlar tarafından uzayda gerçekleştirilen operasyonlar sırasında, yüklü parçacık sağanakları, astronotlarda doku veya hücre hasarı meydana getirebilir.

Güneş rüzgârının taşıdığı yüklü parçacıklar, çoğunlukla da elektronlar, özellikle yüksek enlemlerde Dünya manyetik alan çizgilerini takip ederek üst atmosfere girer ve atmosferdeki atom ve moleküllerle (çoğunlukla azot ve oksijen) çarpışarak onlara enerji aktarır. Bu da bu bölgedeki atom ve molekülerin üst enerji seviyelerine geçmelerine, yani uyarılmalarına neden olur. Bu atom ve moleküller daha düşük enerji seviyelerine döndüğünde çevrelerine ışık yayar. Bu durum, yüksek enlemlerde gece gökyüzünde kutup ışımaları (Aurora) dediğimiz renkli görüntüler olarak gözlenir. Kutup ışımalarında kırmızı ve yeşil renkte ışıklar, farklı yüksekliklerdeki atomik oksijen; mor olan ise moleküler azot kaynaklıdır.

Güneş aktivitesinin GPS sistemleri üzerindeki etkileri havayolu operasyonlarını önemli derecede etkileyebilir. Uçaklar, okyanus veya kutuplar gibi uzak bölgelerdeyken yer istasyonlarıyla iletişimlerini devam ettirmek zorundadır; bunun için yüksek frekanslı (HF) radyo iletişimi kullanırlar. Güneş'te gerçekleşen patlamalar, HF kullanımını devre dışı bırakabilir. Ayrıca jeomanyetik fırtınalar, Dünya'nın manyetik alanında bozulmalar oluşturabilir ve bu nedenle manyetosfer ile iyonosferde elektrik akımlarının oluşmasına yol açar. Bu durum, yerdeki uzun enerji iletim hatlarında ek akımlar oluşturur. Şiddetli fırtınalarda, bu akımlar voltaj dengesizliği veya güç sistemlerinde hasar oluşturur, hatta elektrik kesintileri meydana gelebilir.

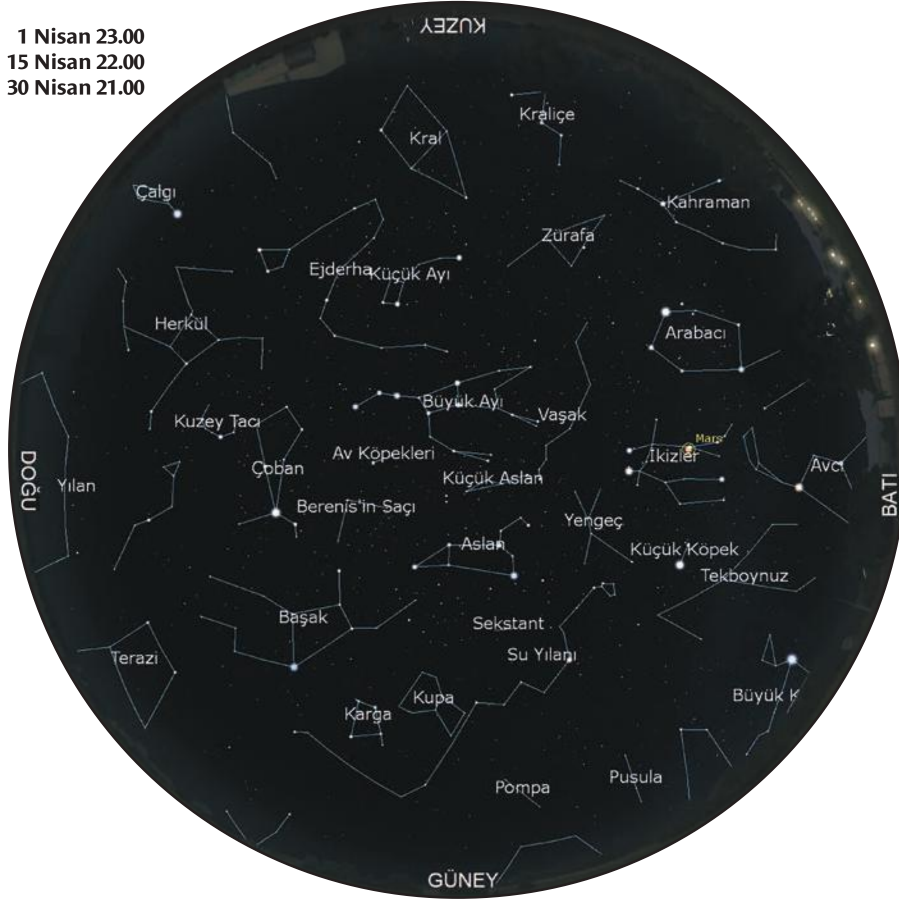
Uzay havasının Dünya ve çevresine etkileri dikkate alındığında, uzay hava tahminleri ve takibinin önemi anlaşılıyor. Güneş'in odak noktası olduğu bu tahminlerde Güneş aktivitesinin güncel takibinin yanı sıra kısa, orta ve uzun zaman ölçeklerindeki değişimleri önemli araştırma alanlarından. Örneğin bugünlerde Güneş 25. aktivite çevriminde maksimum etkinliğe doğru hızla ilerliyor ve takip edilen leke sayısı, parlamalar ve koronal kütle atımında sıklaşma gözleniyor. Güneş aktivitesi göstergesi sayılan bu olayların Dünya manyetosferindeki değişimlerle birlikte takibi ve hassas gözlemsel veriler, uzay havası model ve simülasyonlarının daha gerçeğe yakın oluşturulmasına kaynak sağlıyor (örnek için https://bit.ly/3YwPiCu). Uzay havası tahminleri, yerdeki hava durumu tahminlerine benzer şekilde yayınlanıyor. Uzay hava tahminlerinde; jeomanyetik fırtına uyarıları, Güneş'ten gelen radyo parlamaları, Güneş parlamalarından yayılan X ışını akısı seviyesi, elektron ve proton parçacık sağanak verileri, kutup ışıması tahminleri vb. çok sayıda veri ve uyarı paylaşılıyor (örnek için https://www.swpc.noaa.gov/). Bilim insanları sadece Dünya yakınındaki Güneş kaynaklı uzay havasını değil, yeni keşfedilmiş bazı ötegezegenlerin de uzay havasını araştırıyor. Örneğin, bize Güneş'ten sonraki en yakın yıldız olan kırmızı cüce Proxima Centauri etrafında yaşanabilir bölgede bulunan bir ötegezegene, yıldızından çıkan aktivite kaynaklı parlamaların (flare denilen yüksek enerjili patlamalar/parlamalar) etkileri üzerine araştırmalar yapılıyor.

Bir yıldızla beraber yaşıyoruz ve uzay havamızı bu yıldızın aktiviteleri ile gezegenimizin manyetik alanının etkileşmesi belirliyor. Uzay tabanlı teknolojilere etkileri başta olmak üzere, uzay havasının yaşamımızdaki önemi açıkça görülüyor. Bu nedenle, uzay havası araştırmaları ve takibinin gün geçtikçe daha yoğun gerçekleştirileceği uzay havasıyla beraber tahmin edilebilir.

Lyrid (Çalgı) Gök taşı Yağmuru

Lyrid meteor yağmurunun kaynağı C/1861 G1 Thatcher Kuyruklu Yıldızı olarak bilinir. Bu meteor yağmuruna ilişkin kayıtlar 2.710 yıl öncesine kadar uzanmasına karşın, yağmura yol açan kuyruklu yıldız ancak 1861 yılında keşfedilebildi. Güneş etrafında 415 yıllık dolanım periyoduna sahip kuyruklu yıldızdan kopan küçük kayaç parçaları ve tozlar, Dünya bu bölgeden geçerken bize yağmur olarak dönüyor. Yağmur 14-30 Nisan arası gerçekleşecek olsa da meteorların en yoğun gözlenebileceği tarih 22-23 Nisan gecesi olacak. Bu gecede 15-20 kadar meteor gözlenebileceği tahmin ediliyor. Lyrid yağmurunun en yoğun olduğu gecede Ay yaklaşık 3 günlük hilal evresinde olacak ve gece başında batacak. Bu nedenle, yapay ışıklardan uzakta olunduğu takdirde karanlık bir gökyüzünde gözlem yapma imkânı bulunabilir. Yağmurun radyant noktası Çalgı (Lyra) Takımyıldızı'nda yer alan ve gökyüzünün en parlak yıldızlarından olan Vega'ya hayli yakın (çıkış koordinatları: sağ açıklık = 271^{o} ve dik açıklık = $+34^{o}$). Vega'ya doğru çıplak gözle yapılacak gözlemlerle Dünya atmosferine girerek ışıldayacak Lyrid yağmuru seyredilebilir.

https://scied.ucar.edu/learning-zone/sun-space-weather/what-space-weather
https://www.swpc.noaa.gov/sites/default/files/images/u33/swx_poster_twosided.pdf
https://www.noaa.gov/education/resource-collections/weather-atmosphere/space-weather
https://www.swpc.noaa.gov/
https://nso.edu/research/science-research/space-weather/
https://www.space.com/space-weather



Ayın Önemli Gök Olayları

16 Nisan Ay Dünya'ya en yakın konumunda (367.969 km)

16 Nisan Ay ve Satürn birbirlerine yakın görünümde

23 Nisan Ay ve Venüs gün batımında batıda birbirlerine yakın görünümde

25/26 Nisan Ay ve Mars birbirlerine çok yakın görünümde

28 Nisan Ay Dünya'ya en uzak konumunda (404.299 km)



23 Nisan gün batımında batı gökyüzü

Gezegenler

Merkür: Geçtiğimiz ay Jüpiter'e yakın görülen gezegen giderek artan sürelerle gün batımından sonra batıda nisanın son haftasına kadar gözlenebilir. Bundan sonra gökyüzünde Güneş'e yakın bir konuma gelecek ve görülmesi mümkün olmayacak.

Venüs: Muhteşem parlaklığı ile gün batımında batı gökyüzünün en hâkim gezegeni olan Venüs, ay boyunca üç saate varan sürelerle gökyüzünde. 23 Nisan akşamı Ay ile yakın görünecek. Nisan sonuna doğru gezegenin parlaklığı biraz daha artacak ve gökyüzünde Mars'a doğru yaklaşacak.

Mars: Gezegen artık gün batımında güneyde ve gözlem için çok uygun bir yükseklikte. Günler geçtikçe yıldızlara göre konumu batıya doğru ilerleyecek. Dolayısıyla gözlem süresi de yavaş yavaş kısalacak. Yine de nisan ayı boyunca gece yarısından bir saat sonrasına kadar gözlenebilecek. Gezegenin parlaklığı geçtiğimiz aya göre biraz daha azalmış durumda.

Jüpiter: Ayın başında gün batımında batı ufkunda oldukça alçakta görülebilecek gezegen yarım saate varmadan batıyor. Giderek gökyüzünde Güneş'e yakın görülecek olan gezegenin tekrar gözlenebilir olması için nisan sonunu beklemek gerekiyor. Ayın son birkaç günü bu sefer sabahları gün doğumundan önce çok kısa sürelerle doğu ufkunda görülebilecek. Gezegenin parlaklığı biraz azalmış durumda.

Satürn: Ufuktan fazla yükselemeyen halkalı gezegen sabahları gün doğumundan önce gökyüzünde. Parlaklığını geçtiğimiz aya göre biraz kaybetmiş olan gezegenin halkaları teleskoplu gözlemciler için uygun konumda. Günler ilerledikçe yıldızlara göre konumu yavaş yavaş batıya doğru ilerleyecek. Gözlem süresi nisan sonuna doğru iki saate kadar uzamış olacak.

Ferhat Çalapkulu [*dusunme.kulesi@tubitak.gov.tr*

Ayın Oyunu:
Farklı Komşular

Farklı Komşular Oyunun Kuralları

1' den 4' e kadar sayıları diyagrama yerleştirin.

Aynı sayıların içinde bulunduğu hücreler birbirine çaprazdan da olsa değmemeli.

Satır ve sütunlarda rakam tekrarı olabilir.

	4	2	3		2
					4
1					
				2	
			1		3

		1			4
			2		
				1	
1				1	
			3		

	3			4	
1					
			2		
4			2		2

		4			1
			2		
				1	
3					
					2

Farklı Komşular - Örnek Çözüm

1	3	4	
4	2		1
3		4	3
4	2	1	

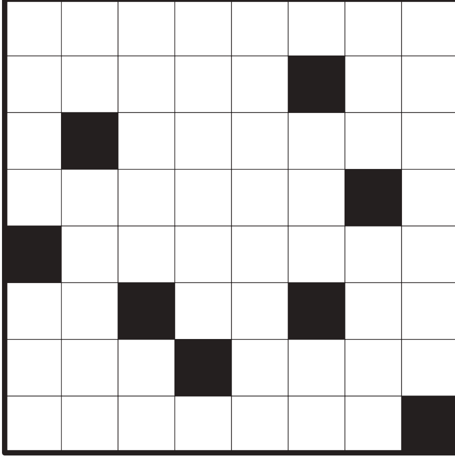
Ödüllü soru

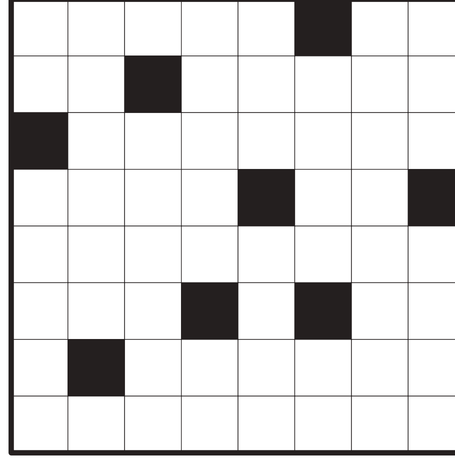
▼ Farklı Komşular sorusunu çözüp ok doğrultusundaki içeriği yazarak ad, soyad, adres ve telefon bilgileri ile birlikte dusunme.kulesi@tubitak.gov.tr adresine gönderenler arasından çekilişle belirlenecek 10 kişiye TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları tarafından yayımlanmış *Keşif Laboratuvarı* başlıklı kitap hediye edilecek. Çekiliş sonuçları dergimizin Facebook ve Twitter hesaplarından önümüzdeki ayın ilk haftasında duyurulacak. Geçen ayın ödüllü At Hamlesiz Sudoku sorusunu doğru yanıtlayan ve kitap ödülü kazanan okurlarımızın listesi Facebook ve Twitter hesaplarımız üzerinden duyuruldu.

(1)						
	3			1		
(2)						
			4			4

Ok doğrultusundaki içeriği yazın.
Örnek çözümün ilk satırı 134 şeklinde yazılmalıdır.

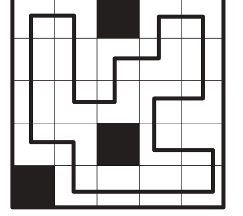
Patika: Diyagramdaki beyaz hücrelerin tamamından yatay veya dikey ilerleyerek geçen bir patika çizin. Patika kendini kesemez. Patika siyah hücrelerden geçemez.





Patika

Örnek Çözüm



Hazine Avı: Rakamlar çevrelerindeki komşu hücrelerde kaç elmas olduğunu gösteriyor. Diyagramdaki tüm elmasların yerini bulun.

		1	1		1		
2				2		3	
	2		2		2		1
2			1	1		2	
	2	1			4		
2		1				3	2
		1			3		
	2			2		3	

	2		2		2		
2		2				2	
1				2			
	2			2		3	
		3			1		
3				1			3
	3	2					3
			3			2	

Hazine Avı

Örnek Çözüm

◊				3	◊	2
3		3		◊	◊	
◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊
3		◊	5		◊	3
◊	3	◊		4		
2		3	◊	◊	◊	2
◊			◊	5	◊	

Geçen Sayının Çözümleri

1	3	6	4	2	5
4	2	5	6	3	1
6	4	2	5	1	3
5	1	3	2	4	6
2	5	1	3	6	4
3	6	4	1	5	2

2	3	4	1	6	5
5	6	1	4	3	2
4	5	6	3	2	1
1	2	3	6	5	4
6	1	2	5	4	3
3	4	5	2	1	6

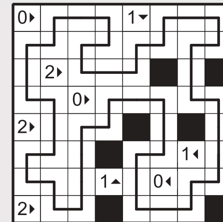
6	1	3	4	5	2
4	5	2	3	1	6
3	2	5	1	6	4
1	6	4	5	2	3
5	4	6	2	3	1
2	3	1	6	4	5

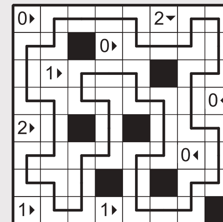
6	5	1	2	3	4
4	3	2	1	5	6
1	4	3	5	6	2
2	6	5	3	4	1
3	2	6	4	1	5
5	1	4	6	2	3

At Hamlesiz Sudoku

1	3	2	4	5	6
4	5	6	1	3	2
2	6	5	3	1	4
3	1	4	2	6	5
5	4	1	6	2	3
6	2	3	5	4	1

Ödüllü Soru:
At Hamlesiz Sudoku





Yajilin

Kapsül

Kıvanç Çefle [*btsatranc@tubitak.gov.tr*

Satranç Problemleri Nasıl Çözülür?

“Satranç problemleri nasıl çözülür?” iddialı bir soru. Ancak yine de bazı ilkeleri göz önünde tutarak problem çözme yeteneğimizi geliştirebilir ya da bir problemi daha az zaman harcayarak çözebiliriz. Özellikle problem çözme yarışmalarında süre çok önemli. Örneğin, uluslararası yarışmalarda iki hamlelik bir problem için yarışmacının ortalama 6-7 dakika gibi bir süresi vardır. Bu nedenle rastgele anahtar hamle denemeleri yerine pozisyonların metodik olarak değerlendirilmesi önemlidir. Bir yarışmaya katılmayı düşünmesek bile, satranç problemlerinden daha çok zevk alabilmek için metodik yaklaşımı benimsemekte yarar var. Biz bu yazıda iki hamlelik problemler üzerinde duracağız. Burada vereceğimiz ipuçlarından bazıları başka problem türlerine de uygulanabilir.

Verilen bir problemi çözerken, öncelikle şu özelliklere dikkat etmeliyiz:

1. Anahtar hamle tehdit oluşturan bir hamle mi, yoksa bir bekleme hamlesi gibi mi gözüküyor? Birinci durumda beyaz, anahtar hamleyi yaparak “bir hamlede mat” ile tehdit eder (elbette iki hamlelik problemler için). İkinci durumda, anahtar hamle ile siyahın zugzwang’a düşürülmesi amaçlanır. Yani beyazın bir tehdidi yoktur ama siyahın yapacağı herhangi bir hamle onun durumunda bir zayıflık ortaya çıkarır ve beyaz bundan yararlanarak onu bir hamlede mat eder.
Bu ayırımda verilen pozisyonda “hazır” (İngilizce’de “set”) matların olup olmaması yol göstericidir. Yani, siyahın yapabileceği hamlelere beyaz matla yanıt verebiliyorsa anahtar hamle büyük bir ihtimalle bir bekleme hamlesidir.

2. Siyah şahın kaçabileceği kareler varsa, beyazın buna karşı hazır matları var mı? Eğer hazır matlar yoksa anahtar hamle ya şahın kaçışını engellemeli ya da kaçış hamlesinden sonra siyahın mat olmasını sağlamalı.

3. Siyah, beyaza şah çekebiliyor mu? Eğer böyle bir hamle varsa beyazın buna hazır bir yanıtı var mı?

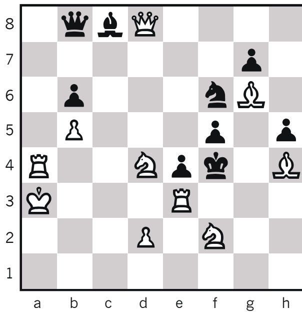
4. Beyazın işlevsiz gibi görünen bir taşı var mı? Eğer varsa anahtar hamle bu taşı etkin hâle getirmeli demektir.

5. Satranç problemlerinde, özellikle iki ve üç hamlelik problemlerde ilk hamlede şah çekilmesi çok nadirdir. Böyle anahtar hamleleri son çare olarak denemeliyiz.

funky-data / iStock

Bunların haricinde, her problemin kendine özgü "konumsal ipuçları" vardır ve bunları yakalama yeteneğimizi ancak daha çok problem çözerek geliştirebiliriz. Şimdi ilk örneğimize bakalım (Diyagram 1):

Diyagram 1
Frank Healey - *The Chess Monthly*, 1985
Birincilik Ödülü



Beyaz oynar ve iki hamlede mat eder.

Çözüm:

Önce, siyahın yapabileceği hamlelere karşı hazır matlar var mı, ona bakalım. Verilen pozisyonda siyah şahın e5 karesine gidebiliyor olması önemli ama neyse ki 1…Şe5'e karşı 2. Ad3# var. Siyahın diğer bütün hamlelerine karşı da beyazın hazır matları var: Örneğin siyah vezir oynarsa, beyaz veziriyle c7 ya da d6'dan mat eder. 1…Ve5'e karşı da 2. Ae2# var. Siyah fil oynarsa Vxb8#, siyah at oynarsa Fg3# var. Burada olduğu gibi, siyahın bütün hamlelerine karşı beyazın hazır matları varsa buna "tam blok" deniyor. İşte bu tam blok pozisyonunda, hazır matları bozmayan bir bekleme hamlesi bulabilirsek problemi de çözmüş olacağız.

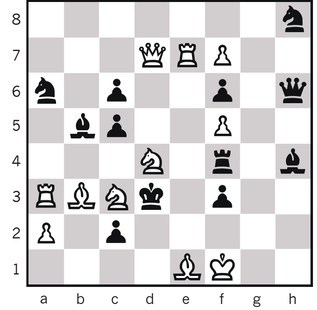
Bu noktada, siyah şahla doğrudan bir ilişkisi olmayan ve hazır matların hiçbirinde görevi olmayan a4'teki kale dikkatimizi çekiyor. O hâlde, bekleme hamlesi için en uygun taş kale olmalı. Ama hangi kareye oynamalı? Yalnızca 1. Ka6 hamlesi mümkün çünkü 1. Kb4/c4?, 1. Ka5? ya da 1. Ka7/a8? hamleleri oynanırsa siyah piyonuyla kaleyi alır ya da veziriyle a7 veya a8'den şah çeker.

O hâlde anahtar hamlemiz **1. Ka6!!** Bu hamleden sonra yukarıda sözünü ettiğimiz matlar aynen korunur: **1…Şe5 2. Ad3#; 1…Va7 2. Vd6#; 1…A~ 2. Fg3#,** vs.

Bu arada, diğer hamlelerin neden başarısız olduğunu incelemek, problemin kurgusundaki ustalığın farkına varmak açısından önemlidir. Örneğin beyaz 1. Ve8 oynarsa siyah basitçe 1…Va8 oynayabilir. Yahut da 1. Ke2? e3!, 1…Ac2? Şe5!; 1. Ve7? Fe6!; 1. Ff7 g6!; 1. Şb2 Ve5!; 1. Şa2 Fe6+, vs.

Sonraki örneğimiz yine birincilik ödülü kazanmış bir problem (Diyagram 2):

Diyagram 2
Viktor Çepijniy - *The Problemist*, 1982
Birincilik Ödülü



Beyaz oynar ve iki hamlede mat eder.

Karışık bir pozisyon gibi görünüyor, değil mi? Ama bu bizim cesaretimizi kırmamalı. Aslında çok taş içeren konumlar, daha çok ipucu içermeleri nedeniyle az taşlı minyatür (yedi veya daha az sayıda taş içeren) problemlerden daha kolay bile olabilir.

Bu problemde anahtar hamlenin bir bekleme hamlesi olması ihtimali pek yok gibi. Çünkü siyahın 1…c1=V, 1…f2, 1…Fxe1 gibi birçok hamlesine beyazın hazır bir cevabı yok. Yani yapacağımız anahtar hamle ile beyaz "bir hamlede mat" tehdidi yapmalı.

Bu saptamadan sonra, dikkatimiz çeken ilk özellik beyaz vezir, beyaz at ve siyah şahın aynı doğrultuda olduğu. Beyaz, atı ile yapabileceği herhangi bir hamle ile şah çekebilir. Yani "ateş etmeye hazır bir batarya" daha baştan mevcut. Eğer böyle bir batarya varsa bilmeliyiz ki çok büyük bir ihtimalle siyahı mat etmek için kullanılacaktır! Şu anda bataryayı hemen ateşlemek, yani d4'teki ata bir hamle yaptırmak

işe yaramaz çünkü f4'teki siyah kale d4'e gelerek matı önleyebilir.

Dikkatimizi çeken bir diğer özellik a3'teki kalenin pasif konumu. Şu andaki hâliyle bir işe yaramıyor gibi. Ama beyaz b3'teki fil veya c3'teki atına bir hamle yaptırırsa yeni bir batarya elde edebilir. Fil hamlelerini denediğimizde ise işe yaramadıklarını görüyoruz. Örneğin 1. Fe6 hamlesi ile beyazın herhangi bir mat tehdidi yok. Hatta siyah şaha e3 karesine kaçma şansı veriyor.

Ya at? C3'teki atı oynatarak bir tehdit oluşturabilir miyiz? Evet, eğer **1. Ae4** hamlesini yaparsak yukarıda sözünü ettiğimiz vezir+at bataryası işlevsel hâle gelir. Çünkü f4'teki kalenin d4'e gelmesi şimdi engellenmiştir ve bu sayede beyaz 2. Axc2# ile tehdit etmektedir! Şimdi siyahın bu matı önlemek için yapabileceği hamleleri görelim: Bunların en güçlüsü **a) 1…Şe3+** gözüküyor. Ama beyaz buna yeni oluşturduğu bataryası ile karşılık verir: 2. Fc4#! Diğer varyantlar ise şöyle:

b) 1…Kxe4 2. Fe6#;
c) 1…cxd4 2. Fd5#;
d) 1…Axf7 2. Fxf7#;
e) 1…Kxf5 2. Axf5#; vs.

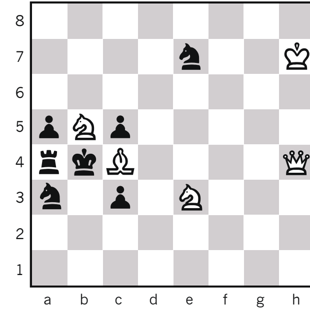
Böylece bu problemi çözmüş olduk.

Sıra, biraz daha şaşırtmacalı bir örnekte.

Diyagram 3

Otto Wurzburg

American Chess Bulletin, 1936



Beyaz oynar ve iki hamlede mat eder.

Çözüm: Önce hazır matlara bakalım. Siyahın e7'deki atı herhangi bir hamle yaparsa beyaz Ad5# ile mat eder. A3'teki at da c2'yi korumakla görevli, yerinden kımıldayacak olursa Ac2# var. 1…c2 de Ve1# ile yanıtlanır. Demek oluyor ki siyahın yapabileceği bütün hamlelere karşılık beyazın hazır matları var:

1…Aa3~ 2. Ac2#;
1…Ae7~ 2. Ad5#;
1…c2 2. Ve1#.

Yani burada da birinci diyagramda sunulan problem gibi tam blok söz konusu. Öyleyse yapmamız gereken uygun bir bekleme hamlesi bulmak.

Beyaz şah bir bekleme hamlesi için en uygun taş gibi görünmesine rağmen yapabileceği herhangi bir hamleye siyah e7'deki atıyla şah çekerek karşılık verir: 1. Şh8 Ag6+; 1. Şg7/h6 Af5+. Diğer yandan, beyaz vezir dördüncü yatayı terk edemez çünkü c4'teki fili korumasız kalır. Örneğin 1. Vg3? Ac8 2. Ad5+ Şxc4!. Eğer 1. Vg4? oynarsa 1…c2! var. Beyaz e1'den şah çekemez. Beyazın yapabileceği diğer hamleleri de siz gözden geçirin. Göreceksiniz ki beyaz hazır matların bazılarını kaybediyor. Demek ki öyle bir hamle bulmalıyız ki kaybettiğimiz bir hazır matın yerine yenisi gelmeli. O da 1. Ad4!. Şaşırtıcı, çünkü bu hamleyle hem fil vezirin korumasından yoksun kalıyor hem de d4'e getirilen at feda ediliyor. Ama bu hamle kaybedilen matların yerine yenilerini sağlıyor:

a) 1…Aa3~ 2. A(d4)c2#;
b) 1…Ae7~ 2. Ac6#;
c) 1…cxd4 2. Vxe7#;
d) 1…c2 2. Ve1#.

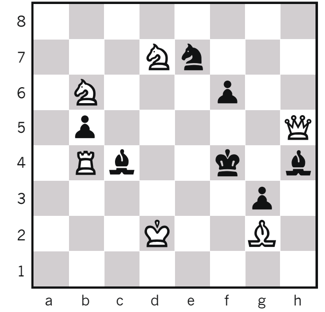
Burada olduğu gibi, anahtar hamleden sonra eski hazır matların değiştiği problemlere "değişime uğramak" anlamında "mutate" deniyor.

Diğer yandan, kurgucular da problem çözenlerin hangi yollardan geçerek çözüme varacaklarını tahmin edebilir ve her şeye rağmen deneyimli bir problem çözücüsünü şaşırtabilirler. Sonraki örneğimiz de buna iyi bir örnek (Diyagram 4):

Diyagram 4

Vincent L. Eaton

American Chess Bulletin, 1943



Beyaz oynar ve iki hamlede mat eder.

Çözüm:
Kısa bir inceleme konumun bir tam blok olduğunu gösteriyor:

1…Fg5 2. Vf3#
1…f5 2. Vxh4#;
1…A~ 2. A(x)d5#.

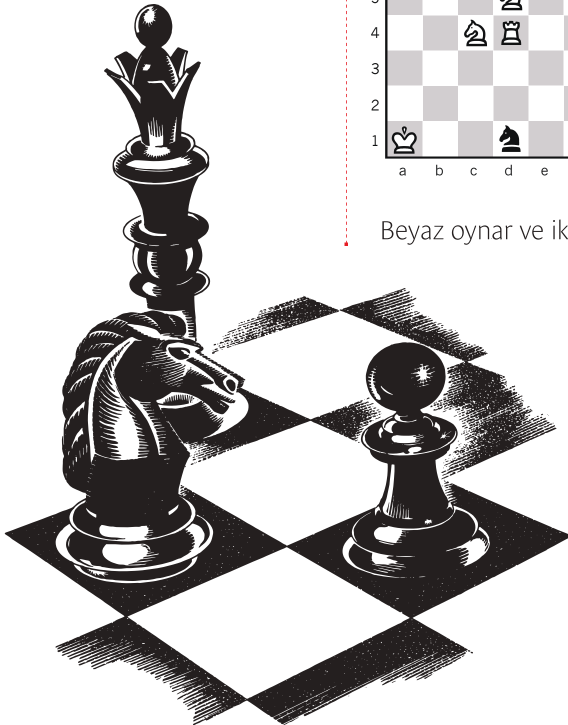
Ama ne kadar uğraşsak da siyahı zugzwang'da bırakan bir bekleme hamlesi bulamıyoruz. Örneğin 1. Şc3? f5!;1. Fh1 g2! Böyle durumlarda bir tehdit hamlesi aramalıyız. Aranan bu hamle

aslında 1. Fe4! (tehdit 2. Vxh4#). Varyantları da şöyle sıralayabiliriz:

a) 1…Fe2 2. Fd3#;
b) 1…Fe6 2. Fd5#;
c) 1…Şxe4 2. Vg4#;
d) 1…Fg5 2. Vf3#;
e) 1…A~ 2. Vxf5#.

Bir tam blok probleminin tehdit problemine dönüştüğü çok güzel bir kurgu. Anahtar hamle siyah şaha e4 karesine kaçma olanağı verdiği gibi, c4'teki fili de açmazdan kurtarıyor. Tam bir usta işi!

"Satranç problemleri nasıl çözülür?" konusuna ilerleyen sayılarda tekrar geri döneceğiz. O zamana kadar siz "Ayın Problemleri"ni çözmeye çalışın.



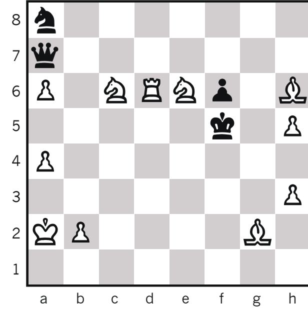
CSA-Printstock / iStock

Ayın Problemleri

Diyagram 5

Henry D'Oyly Bernard

The Western Morning News and Mercury, 1928

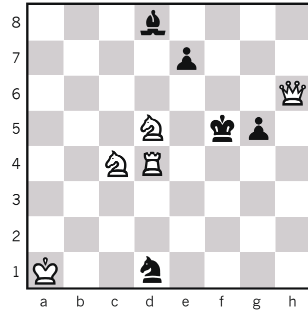


Beyaz oynar ve iki hamlede mat eder.

Diyagram 6

William B. Rice

Good Companion, 1915



Beyaz oynar ve iki hamlede mat eder.

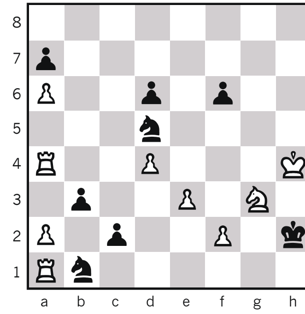
Geçen Ay Sorulan Etüdlerin Çözümü

Geçen ay sizlere sıra dışı etütleriyle bilinen Froim Markoviç Simkoviç'i tanıtmış ve çözmeniz için size onun iki etüdünü sunmuştuk. Şimdi bunların çözümünü veriyoruz:

Diyagram 7

64, 1935

Üçüncü Şeref Mansiyonu



Beyaz oynar ve berabere kalır.

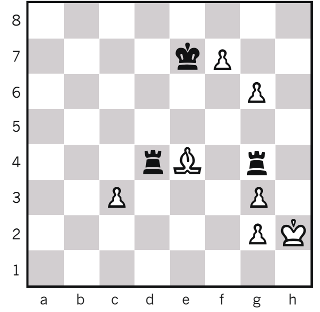
Çözüm:

1. Kc4 b2 2. Kxc2 bxa1=V
3. f3+ Şg1 4. Şh3!
Tehdit 5. Kg2#.
4…Axe3 5. Kh2!!
Siyahı zugzwang'da bırakan bir hamle!
5…f5
5…Ab1~ 6. Kh1+; 5…Ae3~ 6. Kg2#; 5…Vc3/Vxd4 6. Ae2+.
6. f4 d5 7. a3! Vxa3 8. Kg2 Axg2 = (pat).

Diyagram 8

Turkmenskaja Iskra, 1940

Birincilik Ödülü



Beyaz oynar ve berabere kalır.

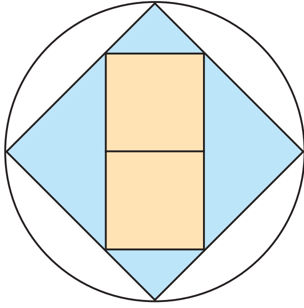
Çözüm:

1. Ff5 Kc4
1…Kg5 g7 Şxf7 3. g8=V Şxg8 4. Fe6+ Şg7 5. cxd4=; 1…Ka4 2. Fd7=
2. Fe6! Şf8
2…Kce4 Ff5; 2…Ka5 3. Fd7=
3. Şh3
3. Şg1/h1? Ka4! 4. Fd7 Ka1+ -+
3…Kge4 4. Fd5! Şg7
4…Ka4 5. Fc6=
5. Şh2 Ka4 6. Fc6! Kec4
7. Fb5! Kg4 8. Fd7!
Kae4 8. Ff5! ve hamle tekrarıyla beraberlik. Bir filin tek başına iki kaleyi dize getirdiği ilginç bir konumsal beraberlik etüdü.

Zekâ Oyunları

Emrehan Halıcı [*zeka.oyunlari@tubitak.gov.tr*

DAİRE VE KARELER



Bir dairenin içine şekilde görüldüğü gibi mavi renkli bir kare onun da içine sarı renkli iki kare çizilmiştir. Sarı renkli bir karenin alanı 16 birim kare olduğuna göre dairenin yarıçapını hesaplayınız.

KOD ÜRETİMİ

1'den 4'e kadar olan rakamları birer kez kullanarak 4 basamaklı kodlar üreteceksiniz. Bir kodda kullanılan herhangi bitişik 2 rakam, başka bir kodda aynı biçimde kullanılamaz.

Bu kurala göre üretilebilecek kod sayısı en fazla kaçtır?

Örnek:
2314 kodunu ürettiyseniz içinde 23, 31 veya 14 bulunan bir kod üretemezsiniz.

HARF SEÇ

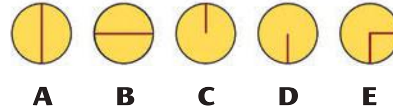
C	Ç	O	Ö	J	K	M	N	D	F
B	D	P	E	M	L	O	L	E	G
Ö	P			Y	Z			S	U
R	O			A	B			T	Ş
Ü	V	H	I	L	O	B	Ç	Z	V
Z	Y	İ	J	N	M	A	C	A	Y
Ü	V			C	Ç			P	S
U	T			B	A			Ş	R
J	M	P	R	Z	B	M	N	N	Ö
L	K	S	Ö	A	C	K	L	P	O

Her bloktaki dört harften birini öyle seçiniz ki, seçilen harfler soldan sağa ve yukarıdan aşağıya okunduklarında 6 sözcük oluşsun.

SORU İŞARETİ

Soru işaretinin yerine aşağıdakilerden hangisi gelecek?





SAYI ÜRETİMİ

Her rakamı farklı olan bir sayı üreteceksiniz. Koşulumuz bitişik her üç rakam için ortadaki rakamın diğer iki rakamın ortalamasından büyük olması. Bu koşulu sağlayan en büyük sayı kaçtır?

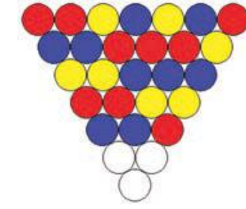
DENKLEMLER

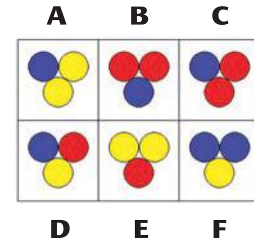
$2x^2 + xy = 5$
$y^2 + 2xy = 15$

Olduğuna göre x ve y'yi bulunuz.

BOŞ DAİRELER

Boş daireler hangi kutudaki gibi boyanacak?





İŞLEM TURU

5	8			
3	+	5		
=	x	/	4	
7	5	-	8	

Rakam ve işaret olan tüm kareleri dolaşarak bir eşitlik elde ediniz.

-Rakam bulunan herhangi bir kareden başlayabilirsiniz.
-Her adımda bulunduğunuz kareye komşu (yatay, düşey, diyagonal) bir kareye hareket edebilirsiniz.
-İşlemlerde çarpma ve bölme, toplama ve çıkarmaya göre önceliklidir.

Örnek: Soru soldaki tablo için sorulsaydı çözüm sağdaki tablo olacaktı.

	x	6	=	3
5	5		+	4
	2	-		6
/	2		3	
	6			

→

5-36+43=6x52/26

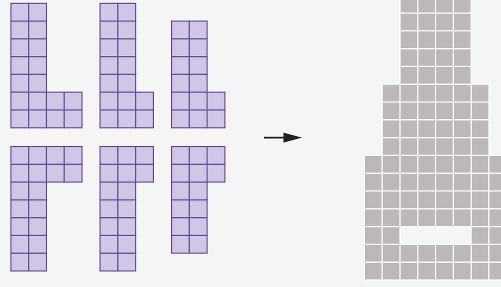
	x	6	=	3
5	5		+	4
	2	-		6
/	2		3	
	6			

OKULA GİDİŞ

Alp evinden okuluna bazen yürüyerek, bazen de bisikletine binerek gitmektedir. Alp'in yürüme hızı 3 km/saat, bisikletle hızı ise 5 km/saat'tir. Bisikletle gitmek ona 12 dakika kazandırdığına göre eviyle okulu arasındaki mesafe ne kadardır?

ALTI "L"

Altı "L" parçasını bir araya getirerek sağdaki şekli elde ediniz. Parçalar döndürülebilir ve ters çevrilebilir.



GEÇEN SAYININ ÇÖZÜMLERİ

BÖLÜNEN SAYI

9876523140

ÜÇ YAŞ

2, 3 ve 6
20'den küçük üç farklı yaşın çarpımlarının kare sayı olduğu 35 durum bulunabilir. Bunların arasında en büyük sayının bir kez bulunduğu tek durum 2, 3 ve 6'dır.

ON SEKİZ

4x(6-6/4)=18

KARTLAR

115/686
Ç1=Birinci torbadaki çift sayıların adedi
Ç2=İkinci torbadaki çift sayıların adedi
Ç3=Üçüncü torbadaki çift sayıların adedi
T1=Birinci torbadaki tek sayıların adedi
T2=İkinci torbadaki tek sayıların adedi
T3=Üçüncü torbadaki tek sayıların adedi

Ç1/(T1+Ç1)x Ç2/(T2+Ç2)x Ç3/(T3+Ç3)=26/343
Ç1+Ç2+Ç3=36
Bunları sağlayan kesirler şunlardır:
2/7 x 8/16 x 26/49 = 26/343
O halde Ç1=2, Ç2=8, Ç3=26 olduğuna göre
T1=5, T2=8, T3=23 bulunur.
Üçünün de tek sayı olma olasılığı=5/7 x 8/16 x 23/49 = 115/686

SIFIR SAYISI

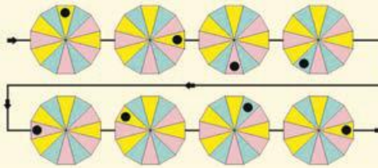
125 adet sıfır bulunur.
[1001/5] + [1001/25] + [1001/125] + [1001/625]=200+40+8+1=249
[500/5] + [500/25] + [500/125] =100+20+4=124
249-124=125

KÜPLÜ PİRAMİT

432 çubuk gerekir.

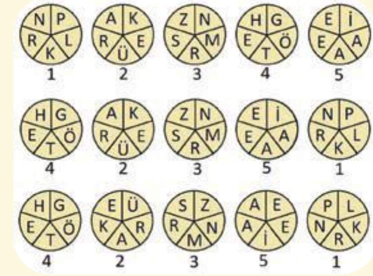
SORU İŞARETİ

B gelecek.
Siyah nokta sarı dilimlerde 3, mavi dilimlerde 2, mor dilimlerde 1 dilim saat yönünde ilerliyor.



SÖZCÜK DAİRELERİ

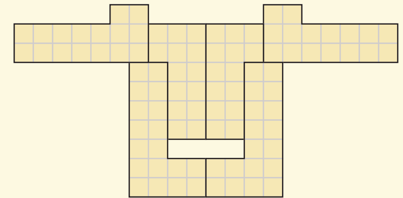
GÜZEL, ÖRNEK, TAMİR, EKRAN, HESAP



KODLAR

65 kod üretilebilir.
1 harf: 1 adet (C)
2 harf: P(4,1)=4 adet (AC, BC, DC, EC)
3 harf: P(4,2)=12 adet (ABC, ADC, AEC, ...)
4 harf: P(4,3)=24 adet (ABDC, ABEC, ADBC, ...)
5 harf: P(4,4)=24 adet (ABDEC, ABEDC, ADBEC,...)

ALTI "L"



Yayın Dünyası

İlay Çelik Sezer [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Güçlü Titreşimler - Müziğin Fiziği



Barry Parker
Çeviri: Cenk Güray,
Mahmut Sözer

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
Yetişkin Kitaplığı, 2019 (2. Basım)

Klavsenin tınısı piyanonunkinden neden farklıdır? Hatta bir piyanodaki orta Do ile bir akort çatalındaki, bir trombondaki veya bir flütteki orta Do birbirlerinden neden farklıdır? Bu kitapta, anlaşılmaz fizik kuramları ve matematiksel ifadelerle yazılmış bir metin değil, günlük yaşamdan örneklerle müziğin her yönüne değinen bir fizikçinin sohbetini bulacaksınız. "Ses ve Ses Dalgaları", "Müziğin Yapı Taşları", "Çalgılar", "Yeni Teknolojiler ve Akustik" olarak dört ana başlık altında yazılmış bu kitap; farklı altyapı ve ilgi alanlarına sahip her tür okuyucunun zevkle okuyacağı ve faydalanacağı bir kaynak niteliğinde.

Keşif Laboratuvarları - Dört Bir Yanınızdaki Şaşırtıcı Bilimsel Gerçekleri Araştırmanın 150'den Fazla Yolu



Lucie Parker (Baş Editör)
Çeviri: Deniz Candaş Korkmaz

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
Başvuru Kitaplığı, 2019 (1. Basım)

Gelin bilim aklınızı başınızdan alsın! Etrafınıza iyice bir bakın: Her sabah uyandığınız andan gece başınızı yeniden yastığa koyduğunuz ana kadar tüm vaktinizi geçirdiğiniz sıradan yerler aslında son derece etkileyici ve gözlerinizi yuvalarından fırlatacak harikalarla dolu gizli laboratuvarlardır! Uygulamalı ve aksiyon dolu etkinlik rehberiyle bu büyüleyici bilimsel oyun bahçelerini keşfe çıkın. Bu kitabın içinde büyüteç, yansıtıcı kâğıt, kumaş parçaları, silinebilir beyaz tahta, dokulu kâğıt, bir döner çark, polarize filtreler, renkli asetatlar, karanlıkta parlayan mürekkep ve çok daha fazlasını bulacaksınız.

Barış'ın Gezintisi - Otizm Hakkında Bir Öykü



Laurie Lears
Çeviri: Mine Özyurt Kılıç

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
7 yaş +, 2020 (2. Basım)

Sevgi, parka gitmek için sabırsızlanıyor ama otizmli kardeşi Barış'ı da götürüp götürmemekte kararsız. Çünkü Barış farklı davranan bir çocuk. Sevgi, onun davranışlarını kabullenmekte bazen zorlanıyor ama parkta yaşadıkları macera Sevgi'nin kardeşine bakış açısını değiştiriyor.

Otizm ve Kardeşim



Ouisie Shapiro
Çeviri: Mine Özyurt Kılıç

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
8 yaş +, 2020 (2. Basım)

Bu kitapta çocuklar, otizmli kardeşleriyle ilişkilerini ve birlikte nasıl zaman geçirdiklerini anlatıyor. Farklı özellikleri olan kardeşlerini bizim de tanımamızı ve anlamamızı istiyorlar.

Doğa - Yabani Çiçekler



Kirsteen Rogers, Sarah Khan
Çeviri: Burcu Meltem Arık Akyüz

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
12 yaş +, 2022 (4. Basım)

En sıcak çöllerden en soğuk dağlara, el değmemiş ormanlardan büyük şehirlere kadar neredeyse her yerde yetişebilen yabani çiçekler; hayvanlar ve insanlar için, hatta bütün dünya için vazgeçilmez! Yabani çiçeklerin renkli dünyasını tanıtan bu küçük kitapta onlara dair ilginç gerçekleri ve hayatta kalmak için ne gibi yollar geliştirdiklerini öğreneceksiniz.